SCIENCES ET AVENIR
Sciencesetavenir.fr
Exemplaire lekiosk

GRAVITY
Claudie Haigneré et Jean-François Clervoy décryptent le film choc p.92

BOSON DE HIGGS
LE TRIOMPHE DU NOBEL p.14

SPÉCIAL HIGH-TECH

Les dernières innovations
Nos conseils sur les meilleurs produits numériques p.34

GUIDE 2014

© MAINS: GETTY - IMAGES FOURNIES PAR LES MARQUES / PHOTOMONTAGE SCIENCES ET AVENIR - 2013 WARNER BROS. ENTERTAINMENT INC.

NOVEMBRE 2013 - N° 801 - 4,30 €

DISCOVERY
DÉPASSER
SES PROPRES HORIZONS.
Les nouveaux traits du Discovery se révèlent dans son regard souligné d'une signature LED unique. Il franchit par ailleurs de nouveaux caps technologiques avec le système de contrôle intelligent des angles morts avec détection des véhicules en approche ou les caméras panoramiques optimisées pour une vision à 360°. Le Discovery demeure, avec jusqu'à 7 passagers, le plus raffiné des grands aventuriers du quotidien.
landrover.fr
LAND ROVER
ABOVE AND BEYOND
DISCOVERY
CW-845-YY
ABOVE AND BEYOND : Franchir de nouveaux horizons.
Équipements cités disponibles selon versions.
Consommations mixtes norme CE 1999/94 (l/100 km) : de 7,8 à 11,5 - CO_2 (g/km) : de 207 à 269.
RCS Nanterre 509 016 804.

ÉDITO

Dominique Leglu
Directrice de la rédaction

Avalanche high-tech

C'est un véritable hymne à la haute technologie que *Sciences et Avenir* entonne peu ou prou ce mois-ci. Et pas seulement parce que les produits numériques de toutes sortes s'affichent sur notre couverture — smartphones, tablettes, phablettes, montres intelligentes ou caméras sportives —, nous faisant un clin d'œil commercial sans cesse renouvelé ! Une véritable avalanche d'appareils que nos journalistes spécialisés décryptent très attentivement pour vous guider, également en partenariat avec Les Numériques, premier magazine en ligne dédié aux tests de produits. Il faut avouer qu'il y a de quoi s'y perdre. Pourquoi adopter la 4G plutôt que la 3G ? Cela ne dépend-il pas d'abord de l'utilisation que chacun fait de son téléphone multimédia ? Et le *« cloud »*, qu'est-ce que c'est ? En a-t-on vraiment besoin ? Quant aux montres intelligentes, à vous de voir si le « buzz du moment », comme nous le qualifions, fait partie de vos priorités ! En 23 pages sans concessions, nous avons voulu faire le point sur les éléments indispensables à connaître avant de se précipiter comme des papillons vers la lumière. D'où notre choix d'illustrer les pages avec des dessins génériques des produits retenus, précisant les qualités à apprécier. Autonomie — on sait à quel point les batteries toujours déchargées peuvent mettre à cran ! Mémoire — c'est rageant quand elle se remplit trop vite. Écran — on s'habitue tellement vite à ce qu'il soit de bonne taille et agréable à regarder, autrement dit en langage un peu plus technique, présente une résolution suffisante, qu'on ne supporte plus l'à-peu-près. Si ce dossier parvient à mieux vous faire pénétrer les arcanes de toutes ces boîtes noires qui nous entourent, nous aurons gagné notre pari.

Mais à feuilleter nos pages, chacun pourra constater que l'avalanche high-tech est partout. Évidemment dans ces lieux favoris que sont l'espace et l'astronomie. Au cœur du satellite Gaia de l'Agence spatiale européenne *(p. 62)*, bijou de précision qui doit repérer plus d'un milliard d'objets célestes de notre propre galaxie. On lui souhaite bonne chance. Meilleure en tout cas que celle des engins et stations spatiales de *Gravity*, le film qui a emballé notre rédaction*. L'astronaute française Claudie Haigneré, aujourd'hui présidente d'Universcience, a bien voulu raconter dans nos colonnes *(p. 94)* à quel point les émotions qu'elle connut par deux fois en orbite ont resurgi le temps de cette fiction d'Alfonso Cuaron.

Pour les habitués des folies de l'infiniment grand et de l'infiniment petit, c'est la fabuleuse aventure du boson de Higgs découvert dans le LHC, la plus sophistiquée des machines jamais construites par l'homme, qui a valu le Nobel à Peter Higgs et François Englert cette année *(p. 14)*.

Le high-tech le plus inattendu n'est-il pas encore ailleurs ? Au Muséum, par exemple, qui achève la numérisation du premier herbier au monde, extraordinaire collection de plantes dont les détails vont devenir accessibles à tous par le réseau Internet *(p. 76)*. Ou encore dans cette annonce qui nous laisse muette : notre voix, enregistrée par les bons capteurs puis analysée par de savants logiciels, révèle notre état de santé *(p. 82)* ! High-tech, vous dis-je.

* Voir notre site Web sciencesetavenir.fr ainsi que le numéro hors série n° 166, « Les héros de l'espace ».

SCIENCES ET AVENIR

33, rue Vivienne 75083 Paris Cedex 02
Tél. : - 01.55.35.56.00. Fax : - 01.55.35.56.04
E-mail : redaction@sciencesetavenir.fr - Site Internet : sciencesetavenir.fr

Directrice de la rédaction
Dominique LEGLU - 01.55.35.56.02
assistée de Valérie PELLETIER - 01.55.35.56.01

Rédacteurs en chef
Carole CHATELAIN (mensuel) - 01.55.35.56.57
Aline KINER (hors-série) - 01.55.35.56.42
Olivier LASCAR (pôle digital) - 01.55.35.56.15

Adjoint à la rédaction en chef
Laurent PERICONE (édition) - 01.55.35.56.10

Rédactrice en chef adjointe
Andreina DE BEI
(photo-iconographie) - 01.55.35.56.31

Direction artistique
Thierry VERRET (conception)
Dominique PASQUET
(couverture) - 01.44.88.35.51
Yves CLAVEL
(directeur artistique) - 01.55.35.56.22
Thalia STANLEY
(directrice artistique adjointe) - 01.55.35.56.21

Secrétaire générale de rédaction
Véronique MESSAGER - 01.55.35.56.18

Chefs de service
Rachel MULOT (enquêtes) - 01.55.35.56.07
Mathieu NOWAK (actualités, rendez-vous) - 01.55.35.56.38

Adjoint au chef de service
Hervé RATEL (actualités) - 01.55.35.56.45

Chefs de rubrique
Azar KHALATBARI (fondamental, sciences de la Terre) - 01.55.35.56.46
Sylvie RIOU-MILLIOT
(médecine, santé) - 01.55.35.56.54

Rédaction
Bernadette ARNAUD grand reporter
(archéologie, histoire) - 01.55.35.56.44
Marc GOZLAN (médecine bio, généraliste) - 01.55.35.56.60
Olivier HERTEL (technologie, futur, décryptage) - 01.55.35.56.03
Cécile MICHAUT
(chimie, nouveaux matériaux) - 01.55.35.56.27
Sylvie ROUAT
(espace, océanologie) - 01.55.35.56.40
Elena SENDER grand reporter
(biologie, neurosciences) - 01.55.35.56.43

Collaborateurs
Guillaume CANNAT, Loïc CHAUVEAU, Marie-Noëlle DELABY, Pierre MIQUEL, Henri-Pierre PENEL

Assistante de rédaction
Isabelle RUDI-HOUET - 01.55.35.56.30 - irudi@sciencesetavenir.fr

Ont participé à ce numéro
L. BRASIER, M. CHABALIER, A. DEVILLARD, P. KALDY, L. LOUMÉ, L. STRUNA

Secrétariat de rédaction
Frank MIETTON (1re secrétaire) - 01.55.35.56.17

Maquette
Horia BAHRI 01.55.35.56.19
Jean-Louis GILABERT 01.55.35.56.28

Photo-iconographie
Isabelle TIRANT 01.55.35.56.32

Illustration
Sylvie DAOUDAL 01.55.35.56.20
Betty LAFON 01.55.35.56.37

Photogravure
Karine HUET 01.55.35.56.25

Pôle digital
Stéphane DESMICHELLE
(chef de projet santé) - 01.55.35.56.24
Damien HYPOLITE
(chef de projet infographie) - 01.55.35.56.23
Joël IGNASSE
(rédacteur spécialisé) - 01.55.35.56.15
Erwan LECOMTE
(chef de rubrique) - 01.5535.56.56

Documentation
Isabelle DO O'GOMES (chef de service) - 01.55.35.56.49
Astrid SAINT AUGUSTE 01.55.35.56.48

RENSEIGNEMENTS AUX LECTEURS, VENTE AU NUMÉRO
Isabelle RUDI-HOUET 01.55.35.56.50/56.30
33, rue Vivienne, 75002 Paris.
courrier-lecteurs@sciencesetavenir.fr

Fabrication
Xavier LOTH (directeur de la fabrication)
Stéphanie TERREAU (chef de fabrication)
Pierre LE SECH - 01.44.88.36.27

Informatique
Daniel DE LA REBERDIÈRE - 01.55.35.56.06

Comptabilité - Ressources humaines
Mélanie BENKHEDIMI - 01.55.35.56.14
Nathalie TRÉHIN - 01.55.35.56.13

ABONNEMENTS
Tél. : 01.40.26.86.11
142, rue Montmartre, 75103 Paris Cedex 02
abonnements@sciencesetavenir.fr

Tarif des abonnements :
France, 1 an simple (12 numéros) : 35 €. 1 an complet (12 numéros + 4 hors-séries) : 48 €. Tarifs pays étrangers sur demande.
Abonnements Belgique : Partner Press, tél. : 00.32.2.556.41.40 – www.viapresse.be

PUBLICITÉ
MediaObs. 44, rue Notre-Dame-des-Victoires 75002 Paris
Tél. : 01.44.88.97.70. Fax : - 01.44.88.97.79.
Courriel : l'initiale du prénom puis nom suivi de @mediaobs.com

Directrice générale
Corinne ROUGÉ - 01.44.88.93.70
assistée de Marie-Noëlle MAGGIE - 01.44.88.93.70
Directeur de publicité adjoint : Sylvain MORTREUIL - 01.44.88.97.75
Directrice de clientèle : Karine GROSSMAN - 01.44.88.89.08
Responsable Web : Amélie LE TALLEC - 01.44.88.89.02
Assistante commerciale : Séverine LECLERC - 01.44.88.97.57
Exécution : Nicolas NIRO - 01.44.88.89.26
Administration des ventes : Caroline HAHN - 01.44.88. 97.58

VENTES
Numéro vert (réservé aux diffuseurs de Paris et aux dépôts) **0.800. 24.69.33**

Directeur commercial
Jean-Claude ROSSIGNOL - 01.44.88.35.40
Directrice commerciale adjointe
Paule COUDERAT - 01.44.88.34.55
Directeur des ventes
Valéry SOURIEAU
Directeur des abonnements
Philippe MENAT - 01.44.88.35.02 assisté de Lina QUACH 34.54
Relations extérieures
France ROQUE - 01.44.88.35.79

Sciences et Avenir SAS
Président, Directeur de la publication :
Claude PERDRIEL
Multimédia : ID OBS, 10-12, place de la Bourse, 75002 Paris. Tél : - 01.44.88.34.34.
Imprimerie SEGO-Taverny. Distribution Presstalis.

OJD PRESSE PAYANTE Diffusion Certifiée 2012

Les noms et adresses de nos abonnés seront communiqués aux organismes liés contractuellement avec Sciences et Avenir, sauf opposition. Dans ce cas, la communication sera limitée au service de l'abonnement. Ce numéro comprend, jetés sur couverture, un encart Portuscale Croisières sur la totalité de la diffusion abonnés et, en diffusion partielle des abonnés, un encart First Voyages, un encart Éditions Atlas et un catalogue Objets du mois. Commission paritaire n° 0615 K 79712. ISSN 00368636. Distribué par Presstalis.

RENAULT
QUALITY MADE

RENAULT CAPTUR. VIVEZ L'INSTANT.
LE NOUVEAU CROSSOVER URBAIN.

Consommations mixtes min/max (l/100km) : 3,6/5,4. Émissions CO_2 min/max (g/km) : 95/125. Consommation et émissions homologuées. *La virée.

RENAULT QUALITY MADE : la qualité par Renault.

Renault préconise elf

CHANGEONS DE VIE
CHANGEONS L'AUTOMOBILE

RENAULT

NISSAN

Innovation that excites

NOUVEAU NISSAN NOTE
AVEC SAFETY SHIELD.
PRÉVOYEZ L'IMPRÉVISIBLE.

Gamme à partir de

149€ / MOIS* SANS APPORT

SOUS CONDITION DE REPRISE | LLD SUR 49 MOIS

NISSAN SAFETY SHIELD
SYSTÈME D'ALERTE ANTI-COLLISION.

Équipement disponible à partir des versions Acenta (en option) et Tekna (de série).

Pour plus d'informations, rendez-vous sur **nissan.fr**
Retrouvez l'actualité de Nissan sur facebook.com/nissanfrance

SAFETY SHIELD

Innover autrement. *Exemple pour un Nouveau NOTE Visia 1.2L 80 ch en Location Longue Durée sur 49 mois pour un kilométrage maximum de 40 000 km. Prime d'aide à la reprise de votre véhicule de 1 349€ utilisée comme premier loyer, suivie de 48 loyers de 149€/mois. **Modèle présenté :** Nouveau Nissan NOTE Tekna 1.2L DIG-S 98 ch avec options peinture métallisée et toit en verre **271 €/mois**. Restitution du véhicule chez votre concessionnaire en fin de contrat avec paiement des frais de remise en état standard et des kilomètres supplémentaires. Sous réserve d'acceptation par Diac. Offre non cumulable, valable du 01/10/2013 au 31/12/2013, réservée aux particuliers chez les Concessionnaires participants. NISSAN WEST EUROPE SAS au capital de 5 610 475€, RCS Versailles B 699 809 174 - Parc d'Affaires du Val Saint-Quentin - 2, rue René Caudron - CS 10213 - 78961 Voisins-le-Bretonneux Cedex.

Consommations gamme cycle mixte (l/100 km) : 3,6 - 5,2. Émissions CO_2 (g/km) : 92 - 119 (certaines données en cours d'homologation).

Flashez, trouvez !

SOMMAIRE

Sciences et Avenir / N° 801 / Novembre 2013

SAMSUNG-GETTY IMAGES

DOSSIER P. 34

High-tech, les clés de la révolution numérique

Smartphones, tablettes, téléviseurs, appareils photo, montre intelligente, consoles... « Sciences et Avenir » détaille les éléments clés à connaître pour faire le meilleur choix.

3 Édito par Dominique Leglu

9 Courrier

ÉVÉNEMENT

10 Gaz de schiste : quels forages pour demain ?

SCIENCES FONDAMENTALES

14 PRIX NOBEL 2013

18 ACTUALITÉS / L'Univers ne serait plus plat / La curieuse origine de l'oxygène sur Terre

62 Gaia sur la piste aux étoiles

66 Les statistiques, un outil pour décrypter les comportements électoraux

67 Michel Wievorka : « Ce n'est pas la science qui va mal, mais la société »

68 La première molécule de lumière

69 Sélection livres

HISTOIRE

20 ACTUALITÉS / Des corridors verts dans le Sahara pour « H. sapiens » / Nos ancêtres, tous des « erectus » ? / Un cerveau vieux de 4000 ans

70 Quand Rome scrutait la ligne verte des Highlands

74 Le poisson qui change l'évolution

74 Sélection livres

NATURE

24 ACTUALITÉS / Nos îles vont boire la tasse / Un sonar fait échouer les dauphins / « La concentration de méthane reste inchangée »

76 L'herbier du Muséum retrouve ses couleurs

79 Le loup reprend du poil de la bête

80 Francis Hallé : « Il faut sept siècles pour faire une forêt primaire »

81 Sélection livres

SANTÉ

26 ACTUALITÉS / Une jambe bionique commandée par la pensée / Une femme stérile a pu faire un enfant / L'altitude bénéfique contre la tuberculose

82 Ce que la voix dit de notre santé

86 Quelles céréales pour un petit déjeuner idéal ?

88 Revue de presse

89 Le piège des boissons excitantes

90 Exposition aux radiofréquences : les experts pris de vitesse

91 Sélection livres

HIGH-TECH

32 ACTUALITÉS / Le navire qui annule les vagues / Un thermomètre sur la peau / Des panneaux solaires qui trient les ondes lumineuses

92 « Gravity » : entre science et technique

96 Philippe Starck, créateur sans frontières

98 Des nanotubes de carbone dans un ordinateur

98 Sélection livres

SCIENCE PRATIQUE

99 À l'épreuve des faits : l'aloès

100 Comment des stocks d'armes chimiques peuvent-ils être détruits ?

102 L'observation du ciel de novembre

104 Rendez-vous

106 L'info en continu sur sciencesetavenir.fr

2013 WARNER BROS ENTERTAINMENT INC

Deux astronautes français ont visionné le film « Gravity ». p. 92

CARLOS MUNOS YAGUE/LOOKATSCIENCES

L'herbier du Muséum numérisé : une première mondiale. p. 76

LEA CRESPI/PASCO&CO

Philippe Starck, le designer qui voue un culte à la science. p. 96

SIMPLY CLEVER

ŠKODA

LES JOURS INTELLIGENTS

DU 23 AOÛT AU 31 OCTOBRE 2013

ŠKODA Yeti Adventure

à partir de

18 290€

Sans conditions(1)

- SUV 2 OU 4 ROUES MOTRICES
- JANTES ALLIAGE 17"
- SYSTÈME BLUETOOTH®
- 3 SIÈGES ARRIÈRE AMOVIBLES
- VITRES ARRIÈRE ET LUNETTE SURTEINTÉES

IL Y A TOUJOURS QUELQU'UN DE BIEN DANS UNE ŠKODA.

(1) Prix TTC conseillé au 27/05/2013 du Yeti Adventure 1,2 L TSI 105 cv neuf hors option, déduction faite d'une remise exceptionnelle de 3 510 € TTC sans condition de reprise (conditions détaillées chez les Distributeurs ŠKODA participant ou sur www.skoda.fr). Offre spéciale non cumulable, aux particuliers en France métropolitaine, dans le réseau ŠKODA participant, pour toute commande d'un Yeti Adventure 1,2 L TSI 105 cv neuf jusqu'au 31/10/2013 et dans la limite des stocks disponibles. **Modèle présenté : Yeti Adventure 1,2 TSI 105 ch avec option peinture métallisée, au prix spécial de 18 740 €, remise de 3 510 € TTC déduite du tarif au 27/05/2013.** * Voir conditions auprès de votre Distributeur. Simply Clever : Simplement Évident. Volkswagen Group France - Division ŠKODA - 02600 Villers-Cotterêts - RCS Soissons B 602 025 538.

ŠKODA recommande **Castrol EDGE Professional.** www.skoda.fr

Consommations mixtes de la gamme Yeti (l/100 km) : 4,6 à 6,5. Émissions de CO_2 (g/km) : 119 à 169.

Assistance 24h/24 pendant 7 ans*	215 Points Service ŠKODA partout en France	Renseignements : 0 969 390 904 (appel non surtaxé)

COURRIER

« À propos de votre article sur le cosmos et les messages envoyés dans l'espace, "le hasard, c'est Dieu qui se promène incognito", disait Einstein ! »

Christine Metz Stenger (courriel)

Carte de visite pour les extra-terrestres, *Sciences et Avenir* n° 800, p. 37.

Courriels à : **redaction@sciencesetavenir.fr**

L'énigme des nombres premiers

(*Sciences et Avenir* n° 800 et hors-série n° 176)

Quid du « 1 » ?

Dans votre hors-série n° 176 et votre n° 800 du mensuel, vous dites, à propos des nombres premiers qu'ils sont « *uniquement divisibles par 1 et par eux-mêmes (2, 3, 5, 7, 11, 13, etc.)* ». Cette définition tendrait à inclure le 1, mais vous ne le citez pas dans la parenthèse. Est-il exclu ?

Jean-Marie Sebillaut (33)

Pour éviter ce piège et pour caractériser le 1 comme non premier, les mathématiciens ont adopté la définition suivante : « *Est premier tout nombre ayant exactement deux diviseurs* » (1 et lui-même... s'il ne s'agit pas de 1). 1 ayant un seul diviseur (lui-même) n'est donc pas premier.

Éric Weisbrod (La Réunion)

S. et A. : Le 1 est effectivement exclu par convention des nombres premiers. La définition que vous proposez (nombres qui ont exactement deux diviseurs) permet de s'affranchir de cette convention. On pourrait aussi définir les nombres premiers comme « les nombres supérieurs à 1 qui sont uniquement divisibles par 1 et par eux-mêmes ». C'est bien une question de définition. Notez qu'historiquement, certains mathématiciens, tel Henri Lesbegue, définissaient 1 comme un nombre premier. Mais cette « qualité » lui a été retirée, car cela posait trop de problèmes dans les résultats mathématiques.

Précision

Dans notre hors-série n° 176, une erreur s'est glissée page 12 : il fallait lire « *l'âge de l'Univers est de 13,8 milliards d'années* » et non « *13,8 milliards d'années-lumière* », cette dernière unité exprimant la distance et non le temps. Récemment encore l'âge de l'Univers était estimé à 13,7 milliards d'années. En mars 2013, la nouvelle carte du fond diffus cosmologique, réalisée par le satellite Planck, a été dévoilée (*lire* S. et A. *n° 794, avril 2013*). Ces données, les plus précises à ce jour, ont permis de réviser l'âge de l'Univers à la hausse : 13 milliards et 819 millions d'années. C'est ce chiffre qui est maintenant officiel.

Concours photo « panoramas extraterrestres »

Voici un nouvel exemple du talent de nos lecteurs pour imaginer des paysages de science-fiction sur Terre. Nous devons cette image, que l'on pourrait intituler **« les deux Soleil du Pérou »,** à Mathieu Baud qui explique les conditions de la prise de vue : « *La photo a été faite en février 2000 dans la forêt amazonienne de Puerto Maldonado [...]. Je n'avais pas de trépied et j'ai bloqué l'avancement de la pellicule pour superposer deux photos prises [...]. C'est donc à la surprise du développement que le cliché s'est avéré réussi !* » Le diaporama du concours sur **sciav.fr/1avlagy**

MATHIEU BAUD

La plate-forme de Hess Oil, à Jouarre (Seine-et-Marne), a cessé son activité en septembre. Les forages n'ont finalement servi qu'à prélever des roches.

Gaz de schiste : quels forages pour demain ?

L'interdiction de la fracturation hydraulique a été réaffirmée par le Conseil constitutionnel. Pour exploiter le méthane piégé sous terre, des techniques alternatives sont en développement, mais aucune ne sera opérationnelle rapidement.

PAR
Azar Khalatbari

L'ÉTÉ A ÉTÉ CHARGÉ POUR LES HABITANTS de la commune de Jouarre, en Seine-et-Marne. Ils ont en effet passé leurs journées à surveiller le site de la Petite Brosse pour lequel la société américaine Hess Oil dispose d'un permis exclusif de recherche d'hydrocarbures. Ils ont ainsi pu constater qu'après de longs travaux de terrassement entrepris par la compagnie américaine en février, une plate-forme de forage a été installée en juillet. Puis, d'août à la mi-septembre, *« le forage a atteint presque 3000 mètres de profondeur et 400 mètres d'échantillons de roche ont déjà été extraits pour étude »*, raconte Isabelle Levy, du Collectif d'opposants aux gaz de schiste du Pays fertois. Hess Oil a finalement arrêté ses forages en septembre dont le but était — selon la compagnie — de *« reconstituer précisément la nature des*

POLLUTION

Les puits ne sont pas assez étanches pour le gaz

Le matériau d'isolation utilisé n'est pas adapté à la taille nanométrique des molécules de méthane.

Pour la première fois, une étude apporte un nouvel éclairage au problème n° 1 de l'exploitation du gaz de schiste, soit les émissions de méthane par les forages. Outre-Atlantique, les opérateurs en conviennent : les têtes de puits d'exploitation perdent en permanence une petite quantité de gaz, mais, toujours selon eux, le forage vertical est en principe étanche — sauf en cas d'accident ou de malfaçon —, argumentant que la technique est bien rodée après un demi-siècle d'exploitation pétrolière. Or les recherches menées au Laboratoire des sciences des matériaux multi-échelles pour l'énergie et l'environnement, à Cambridge (États-Unis), — une unité mixte de recherche du CNRS et du Massachusetts Institute of Technology — expliquent pourquoi l'étanchéité des puits pour le gaz ne peut être assurée en l'état actuel du savoir-faire industriel. « *Nous étudions les échanges entre le ciment censé assurer, d'une part, l'intégrité du puits par rapport à la roche et, d'autre part, par rapport au "casing", le tuyau en métal qui achemine le fluide de fracturation et aussi le méthane, et ce depuis l'échelle nanométrique, c'est-à-dire le milliardième de mètre* », explique Roland Pellenq, directeur du laboratoire. Pour comprendre, il faut examiner la structure même du puits : autour du métal, une paroi de ciment entre la roche et le casing doit assurer l'étanchéité du puits. « *Or, le ciment n'adhère que partiellement au tubage ainsi qu'à la roche, laissant un espace libre de l'ordre du micromètre* [un millième de millimètre] », poursuit le chercheur. « *Cela ne pose pas de problème pour les longues molécules de pétrole traditionnel, mais devient problématique pour le méthane. En effet, les molécules de ce gaz ont un diamètre de 4 angströms, elles sont donc presque 5000 fois plus petites que l'espace libre entre le casing et le ciment ou la roche et le ciment* », explique Roland Pellenq. Pas étonnant donc que les puits fuient en continu... dans l'atmosphère mais aussi dans le sous-sol. « *L'étanchéité ne sera résolue qu'après des recherches combinant chimie, physique et mécanique dans une approche multi-échelle, avec simulations numériques et expériences* », conclut Roland Pellenq. Une priorité avant de forer à tout va !

PATRICE LATRON/LOOKATSCIENCES

sous-sols, leurs caractéristiques et leur passé géologique et climatique ». Mais, conformément à la loi, il n'y a pas eu de fracturation hydraulique. Depuis juillet 2011 en effet, la France interdit cette technique qui consiste à injecter de l'eau sous pression pour créer des fissures dans la roche afin que le gaz (méthane, CH_4) afflue.

Le caractère diffus du gaz rend son extraction très difficile

Largement utilisée outre-Atlantique et dans certains pays européens comme la Pologne (*lire* S. et A. *n° 789, novembre 2012*), cette technique est pourtant la seule qui permette aujourd'hui d'explorer — en vue de l'évaluation des réserves — puis d'exploiter ce gaz de méthane diffus que contient la couche argileuse habituellement située au-delà de 1500 mètres de profondeur. Car le caractère diffus du gaz rend son extraction très difficile : un forage vertical est ainsi effectué pour atteindre la couche de schiste argileuse, suivi par un forage horizontal sur quelques kilomètres (*voir l'infographie p. 12*). C'est tout au long de cette portion horizontale que ressort l'eau contenant du sable et un cocktail de « surfactants », des produits chimiques utilisés pour faciliter sa pénétration dans la roche et fissurer les schistes.

DR

« Il faut améliorer l'adhésion entre le tubage et le ciment à partir de l'échelle nanométrique »

Roland Pellenq, chercheur au CNRS-MIT, Cambridge (États-Unis).

Or, si cette technique a été interdite et trois permis d'exploration retirés en France (à Nant, Montélimar et Villeneuve-de-Berg), c'est en raison de son atteinte à l'environnement : les détracteurs dénoncent la quantité d'eau et le nombre de surfactants utilisés, une vingtaine pour chaque opération parmi 200 substances possibles. Ils pointent aussi le coût du retraitement de l'eau qui, à la sortie du puits, est « *deux à cinq fois plus salée que l'eau de mer* », selon Rolland Pellenq, directeur adjoint du Laboratoire mixte CNRS-MIT de matériaux multi-échelles pour l'énergie et l'environnement, à Cambridge (États-Unis). « *Mais il s'agit là d'une spécificité géologique des forages américains qui traversent des saumures* », précise Bruno Goffé, géochimiste au Centre européen de recherche et d'enseignement des géosciences de l'environ-nement (Cerege). Et, surtout, la contamination par le méthane des nappes phréatiques traversées.

Pour autant, et contrairement à une idée qui circule largement, cette pollution n'est pas à mettre sur le compte de la fracturation hydraulique : « *cette dernière s'effectue généralement à une profondeur de 2000 à 3000 mètres et s'étend au plus sur quelques centaines de mètres. Or les nappes d'eau sont situées entre un à deux kilomètres au-dessus*, explique Bruno Goffé. ▶

En général, dans un forage quel qu'il soit, le risque de fuite se situe le long du forage vertical, entre le tube et le ciment d'isolation si celui-ci présente des défauts. »
Or, ces forages n'ont nullement été interdits par la loi, ce qui explique que des sites tels que celui de Jouarre ont pu opérer des forages pré-exploratoires. Des études publiées par des universitaires sur des exemples américains (1) montrent bien une corrélation entre les teneurs en gaz de l'eau des nappes et la distance au puits de forage. 82 % des 141 puits sont contaminés en méthane, avec des taux six plus importants lorsqu'ils sont situés à moins d'un kilomètre.
En outre, une étude situe ces fuites à l'échelle nanométrique *(lire l'encadré p. 11)*. Du méthane s'échappe donc en continu par les têtes de puits, 1,2 million de tonnes se perdant ainsi par an sur l'ensemble du territoire des États-Unis. Une estimation avancée par l'Agence américaine de protection de l'environnement (EPA) dans son rapport de 2012, contestée par les chercheurs de l'université du Texas (2), à Austin, pour qui la fuite ne serait « que » de 957 000 tonnes. Ce qui représente de 3,7 à 7,9 % de la production de chaque puits (3). Or, le méthane rejeté dans l'atmosphère se comporte comme un puissant gaz à effet de serre, son impact dans le réchauffement climatique étant 25 fois supérieur à celui du CO_2.

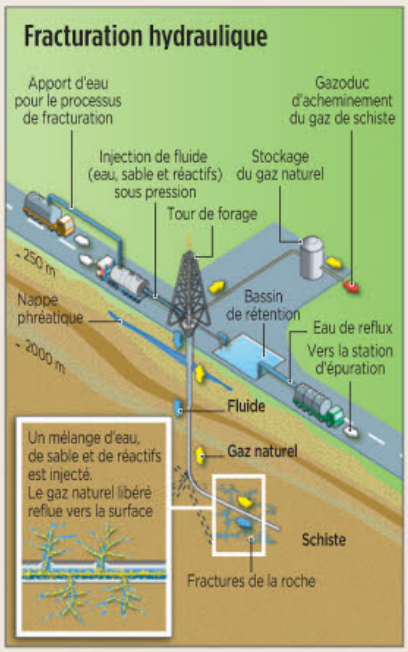
Les entreprises espèrent que la fracturation hydraulique finira par devenir légale

Pour Arnaud Gossement, spécialiste du droit de l'environnement, les entreprises comme Hess Oil parient sur l'avenir : « *Elles prennent position en espérant que la technique de la fracturation hydraulique redeviendra légale à long terme.* » Le 11 octobre, la décision du Conseil constitutionnel vient d'y mettre un terme. Aussitôt, l'Union française des industries pétrolières a réagi à la décision du conseil, en soulignant « *la nécessité que l'ensemble des dispositions de la loi soient désormais mises en œuvre par les pouvoirs publics, comme l'article 2 de la loi de juillet 2011.* » C'est en effet ce dernier qui autorise la fracturation hydraulique pour les besoins de la recherche scientifique afin d'améliorer ce procédé.
En attendant, des techniques alternatives sont en développement. En avril, l'Office parlementaire des choix scientifique et technologique (Opecst) a ainsi auditionné toutes les propositions. Les plus optimistes ne prévoient pas leur faisabilité avant deux décennies, les plus réalistes parlent d'un demi-siècle. C'est donc sur les paillasses des laboratoires que nous sommes allés les dénicher... ■

Ces méthodes doivent encore démontrer leur faisabilité technique, non envisageable avant vingt ans pour certains chercheurs. D'autres parlent même d'un demi-siècle

(1) Par l'équipe de Robert Jackson de l'université Duke (Durham, États-Unis), publié dans les *PNAS* du 19 juin 2013.
(2) *PNAS*, 16 septembre 2013.
(3) Robert Howarth, *Climatic Change*, mars 2011.

La fracturation hydrau



La fracturation hydraulique

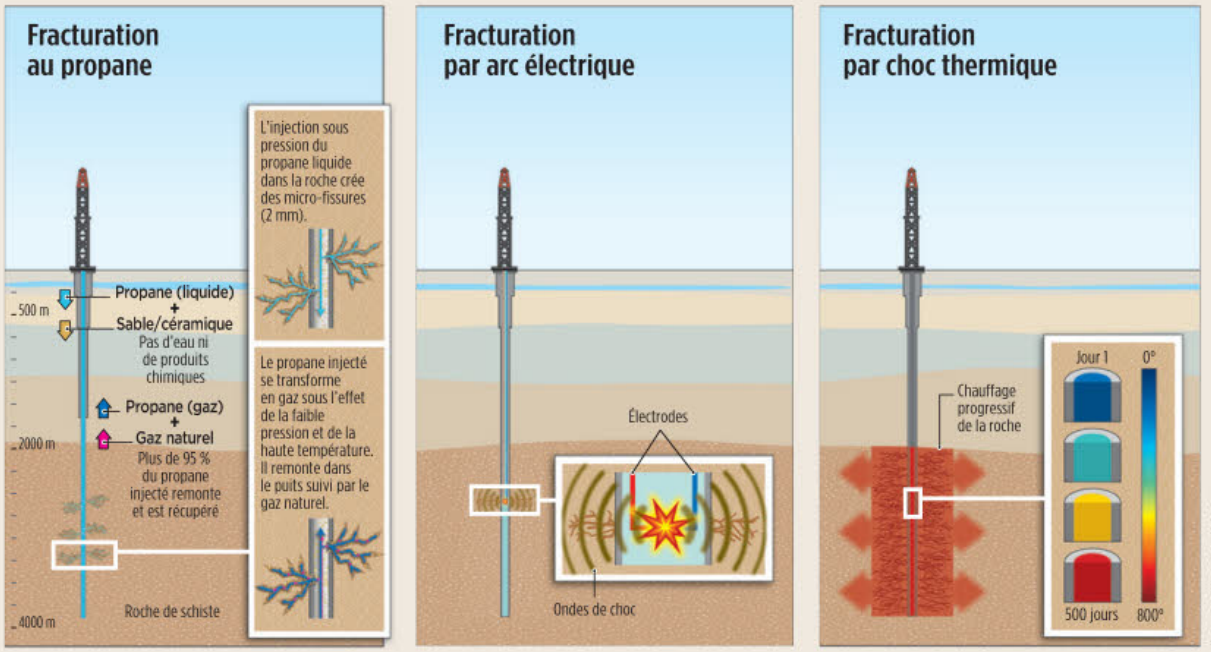
Un forage vertical atteint la couche de schiste qui contient le méthane à l'état diffus. Puis un forage horizontal continue à l'intérieur de cette couche sur plusieurs kilomètres. De l'eau sous pression contenant du sable et des additifs est injectée à travers ce système de puits et parvient à provoquer des fissures dans la roche environnante. Le gaz peut alors affluer et remonter à travers le forage.

⊕ Avantage
Cette technique est à ce jour la seule qui permet d'extraire le gaz de schiste. Son exploitation émet moins de CO_2 dans l'atmosphère que le charbon, même si ce bilan reste à confirmer.

⊖ Inconvénients
Nécessite beaucoup d'eau : 10 000 à 20 000 m^3 par fracturation.
Risque de contamination de la nappe phréatique depuis le forage vertical.

LE + NUMÉRIQUE
Comment la technique de la fracturation hydraulique fonctionne. Une infographie animée à retrouver sur **http://sciav.fr/H3RHNK**

lique et les trois techniques alternatives



Changer de fluide

Fracturer, non avec de l'eau, mais avec du propane (C_3H_8) : la société canadienne GasFrac l'utilise déjà outre-Atlantique pour l'exploitation du gaz de schiste. À l'état gazeux dans des conditions de températures et de pressions normales, ce composé est utilisé sous forme de gel ou de liquide pour la fracturation. Injecté avec du sable à travers le puits vertical, il pénètre dans les interstices de la roche maintenus ouverts à cause du sable. Le méthane se mélange alors au propane liquide. Puis, au fur et à mesure qu'il remonte à travers le même puits de forage, la pression diminuant, les deux remontent sous forme de gaz. Les deux gaz sont séparés à la sortie, le propane étant liquéfié pour être de nouveau injecté.

Avantages
La viscosité du propane, plus faible que celle de l'eau, le fait pénétrer plus facilement dans les interstices de la roche pour chasser le méthane. Son utilisation nécessite uniquement du sable et non des produits surfactants, contrairement à ce qui est nécessaire pour l'eau. Il est réutilisable à 95 %, contre 30 % pour l'eau.

Inconvénients
Le propane est un gaz hautement inflammable et doit être manipulé avec précaution. GasFrac réfléchit à une forme de propane non inflammable.

Un éclair dans la roche

Apporter beaucoup d'énergie dans un tout petit volume de roche : tel est le principe du « chargement dynamique », qui pourrait fracturer la roche, sans utilisation de fluide. Une première méthode consiste à dynamiter dans le puits vertical. La déflagration fragmente la roche et libère le gaz piégé. Cette méthode est commercialisée par la société britannique Expro. Une autre option, la fragmentation par arc électrique, est étudiée à l'université de Pau par l'équipe de Gilles Pijaudier-Cabot. Il s'agit d'envoyer une décharge électrique dans le puits de forage rempli d'eau, grâce à deux électrodes. Comme l'éclair qui fend les nuages par temps d'orage, cette décharge crée une onde de pression équivalente à 2000 fois la pression atmosphérique pendant une centaine de microsecondes. Cela fracture les roches environnantes et permet de libérer le gaz qui remonte dans le puits. *« Malgré deux brevets déposés pour cette méthode, il faut démontrer sa faisabilité technique*, précise Gilles Pijaudier-Cabot. *Elle ne sera pas opérationnelle avant quelques décennies. »*

Avantages
Ces méthodes nécessitent très peu d'eau et aucun additif.

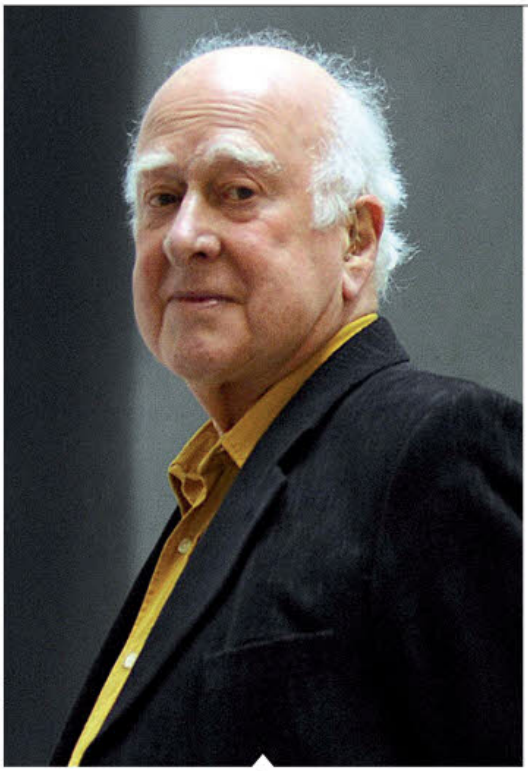
Inconvénients
Difficile à mettre en place à grande échelle. La rentabilité économique n'est pas assurée.

Chauffer au-delà de 200 °C

Le méthane est piégé dans des roches sédimentaires contenant des argiles qui sont des silicates de fer, aluminium ou magnésium, organisés en feuillets (d'où leur nom scientifique de phyllosilicates). *« Or, chaque mètre cube d'argile contient naturellement l'équivalent de 400 à 500 litres d'eau*, explique Bruno Goffé, géochimiste au Cerege. *Pourquoi ne pas utiliser l'eau contenue naturellement dans la roche ? »* D'où la proposition de chauffer la roche au-delà de 200 °C pendant plusieurs mois avant exploitation, pour la déshydrater. Résultat : l'argile se rétracte comme les sols pendant les sécheresses, tandis que l'eau s'expulse. Ainsi un réseau de fissures se formerait en profondeur et libérerait le méthane. *« Nous sommes encore au stade des idées, il nous faut d'abord revoir nos fondamentaux — c'est-à-dire la physico-chimie des argiles — pour développer la faisabilité de cette méthode »*, précise-t-il.

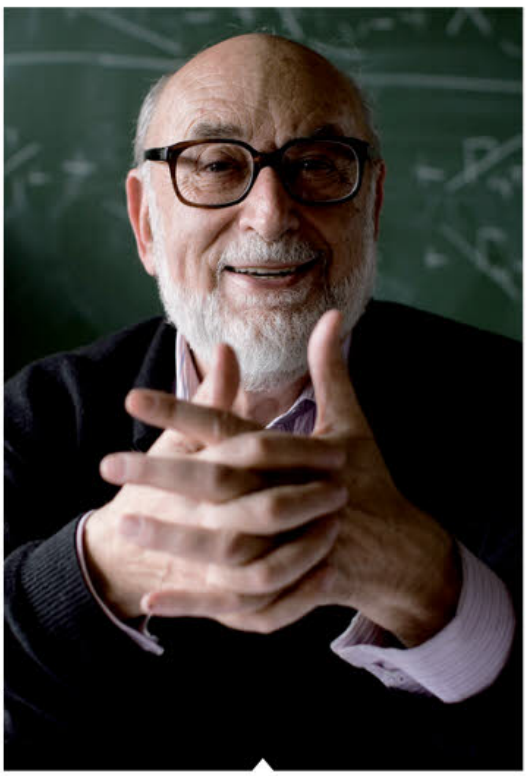
Avantages
Ni eau, ni additifs, ni polluants.
En chauffant on provoque la maturation de la matière organique et la fabrication des hydrocarbures.

Inconvénient
Pour l'heure, la technologie de chauffage, son coût et son efficacité énergétique ne sont pas évalués.



G. RODGERS/REX/SIPA

Peter Higgs, université d'Édimbourg (Royaume-Uni).



MICHEL LABELLE/SIGNATURES

François Englert, Université libre de Bruxelles (Belgique).

Nobel de physique

Le boson superstar

Imaginé en 1964, découvert en 2012 au LHC.

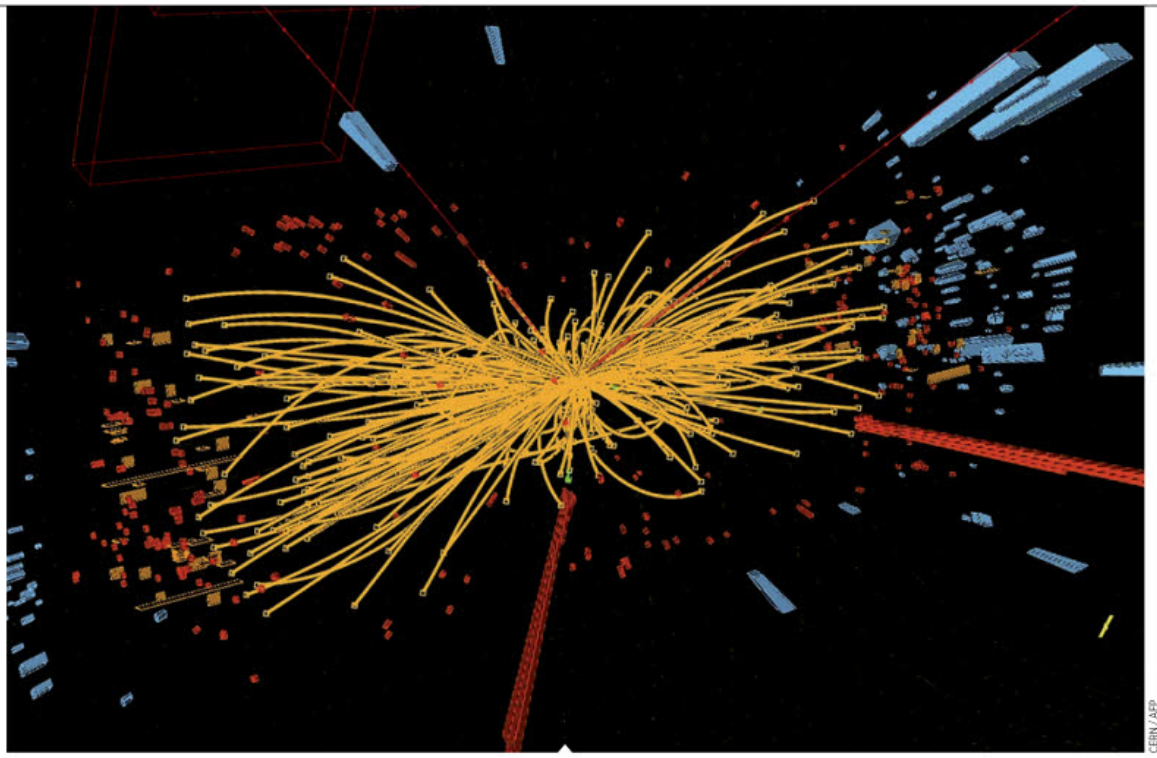
La nouvelle était attendue depuis plus d'un an : le prix Nobel de physique ne pouvait pas échapper au « boson de Higgs », ou plus exactement au boson BEH (Brout, Englert, Higgs, les initiales de ses trois découvreurs). L'existence de cette particule, théorisée dès les années 1960, a en effet été démontrée en juillet 2012 au LHC, le Grand Collisionneur de hadrons du Laboratoire européen pour la physique des particules, le Cern. *Sciences et Avenir* avait d'ailleurs salué en couverture cette *« découverte du siècle »* (n° 786, août 2012).

C'est en 1964 que l'hypothèse de l'existence du BEH avait été formulée pour la première fois, de manière indépendante dans deux articles fondateurs. Celui de Robert Brout et François Englert d'une part, du service de physique théorique de l'Université libre de Bruxelles (ULB), et celui de Peter Higgs, professeur à l'université d'Édimbourg. Sa découverte effective quarante-huit ans plus tard au Cern est venue confirmer le modèle standard de la physique. Il représente l'explication la plus cohérente du fonctionnement de l'Univers dans l'état actuel des connaissances. En outre, une caractéristique essentielle de l'Univers se trouve expliquée : le fait que les particules qui nous constituent ont une masse tandis que d'autres particules comme le photon, n'en ont pas : les premières ont interagi avec le BEH alors que les secondes l'ont « ignoré » ! Cela s'est passé lorsque l'Univers était âgé de 10^{-10} seconde par une température frôlant les 10^{15} degrés Celsius. Puis l'Univers s'est refroidi et le BEH a disparu. Une chose est donc sûre : sans lui, nous ne serions pas là !

Pour bien comprendre, rappelons que tous les phénomènes que nous observons dans l'Univers s'expliquent par l'action de quatre grandes forces : la gravitation universelle, qui rend compte de la chute des corps et de la ronde des planètes ; l'interaction électromagnétique, présente à chaque fois qu'une lumière est échangée ou en présence d'une aimantation ; l'interaction faible, qui explique la radioactivité ; enfin, l'interaction forte qui assure la cohésion des particules dans le noyau des atomes.

Le modèle standard validé

La grande majorité des physiciens pensent que lors des premières fractions de seconde de l'Univers, ces quatre forces constituaient les facettes d'une même et unique force. Cette théorie de la grande unification (GUT, en anglais) a connu un premier grand succès dans les années 1960. Elle a d'ailleurs été couronnée par le prix Nobel de physique de 1979, les trois lauréats (Steven Weinberg, Sheldon Glashow et Abdus Salam) étant en effet parvenus à montrer que les forces électromagnétiques et faibles étaient autrefois unies. Or, la première émet un photon — particule sans masse — tandis que la seconde se manifeste en échangeant des particules massives (W et Z). Restait alors à comprendre ce mystère : comment certaines particules sont-elles devenues massives à un moment donné dans l'histoire



Traces d'une collision proton-proton mesurée par l'expérience CMS, au Cern, en juillet 2012, dans le cadre de la recherche du boson BEH.

de l'Univers alors que d'autres ne le sont pas ? « *C'est cette question qui a suscité l'hypothèse de BEH* », explique Laurent Serin, directeur de recherche au CNRS au LAL, laboratoire d'accélération linéaire, à Orsay.

Pour la confirmer, il a fallu construire, au début des années 2000, le LHC, une installation gigantesque, indispensable pour reproduire les conditions qui régnaient aux tout premiers instants de l'Univers. Plus de 6000 personnes y ont travaillé au sein de deux équipes (Atlas et CMS) pour identifier le BEH. D'où le petit pincement au cœur que ressentent les équipes du Cern, qui auraient aimé que l'institution figure à côté de Peter Higgs et de François Englert, même si les statuts du Nobel ne permettent pas de couronner une personne morale.

En attendant c'est l'euphorie dans le petit monde de la physique fondamentale, l'une des plus belles constructions de la pensée humaine — le modèle standard — se trouvant ainsi confirmée. Peter Higgs, qui hait les « *gadgets électroniques comme le téléphone portable* », a simplement fait part de sa « *profonde émotion* » dans un communiqué de presse avant de s'éclipser de l'autre côté de la Manche pour fuir la pression médiatique comme il l'a toujours fait. De son côté, François Englert s'est prêté avec beaucoup d'humour aux questions réponses des journalistes : « *Je suis heureux, très heureux… je ne vais pas être triste tout de même !* »

REPÈRES

Boson BEH
alias boson de Higgs, surnommé « particule de Dieu », apparu 10^{-10} s après le Big Bang, donne leur masse aux particules.

Masse
125 GeV

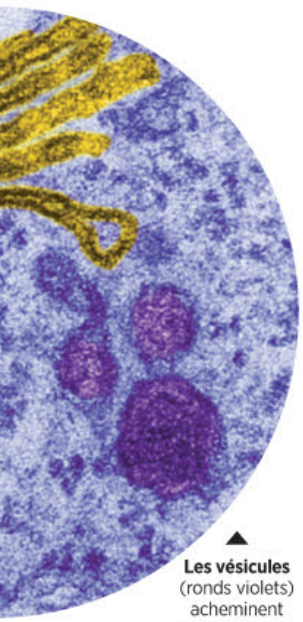
LHC
Grand Collisionneur de hadrons du Cern, à Genève, inauguré en 2008 pour un coût de 7 milliards d'euros

L'hommage à Robert Brout

Tous les physiciens ont bien évidemment eu une pensée pour l'Américain naturalisé belge Robert Brout, décédé en 2011, qui n'a pas pu être distingué par le prix Nobel, ce dernier ne se décernant pas à titre posthume. Il était très proche de François Englert, avec qui il a travaillé de longues années. « *Il avait connu François Englert lors de son séjour à l'université Cornell, aux États-Unis*, raconte Jean Orloff du laboratoire de physique corpusculaire de Clermont-Ferrand, qui a mené sa thèse de doctorat sous la direction des deux chercheurs. *Leur proximité de pensée et leur complicité étaient telles que Robert a abandonné son poste à Cornell pour un poste non permanent à l'ULB. Au-delà de la physique, ils partageaient une vision humaniste et créative de la science, la passion de la musique, de la littérature et de l'histoire. Au sein du laboratoire, les discussions, moitié en français et moitié en anglais, continuaient parfois tard dans la soirée, avant que Robert — qui habitait pas très loin de chez moi — me raccompagne.* »

Il faut alors imaginer « *Robert au volant de sa 2CV dangereusement penchée sur une bretelle d'autoroute, pendant qu'il dessinait sur le pare-brise embué un graphe pour expliquer son raisonnement…* », comme le rapporte Jean-Marie Frère, directeur du service de physique théorique à l'ULB. Fin septembre à Paris, dans les locaux de l'Unesco où il discutait avec des jeunes lycéens, il leur répétait : « *Je vais tout vous réexpliquer, le boson, les forces…* ». La passion intacte.

Azar Khalatbari



Les vésicules (ronds violets) acheminent les molécules essentielles à la cellule.

BSIP

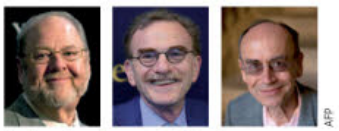
Nobel de physiologie et médecine

Le convoyeur des cellules

Si l'ADN est la notice pour fabriquer les molécules essentielles à la vie, quel est le convoyeur qui les achemine d'un bout à l'autre des cellules ? C'est pour avoir découvert cet acteur cellulaire essentiel, de petits sacs entourés d'une membrane appelés vésicules, que les trois lauréats ont été récompensés. L'Américain Randy Schekman est le premier à avoir trouvé, au début des années 1980, de nombreux gènes impliqués dans le transport cellulaire. À sa suite, son compatriote James Rothman a identifié les protéines permettant la formation des vésicules et les mécanismes leur permettant de savoir qu'elles sont bien arrivées à destination et de fusionner leurs membranes avec d'autres pour délivrer leur chargement.

Restait la question de la régulation temporelle des mécanismes de fusion des vésicules, résolue par l'Allemand Thomas Südhof. Nombre de maladies sont liées à des dysfonctionnements dans le transport cellulaire, dont beaucoup de maladies rares. *« C'est notamment le cas du syndrome de Griscelli, une forme d'albinisme due à des mutations dans les gènes codant pour les transporteurs des mélanosomes, les organites à l'intérieur desquels est fabriquée la mélanine »*, explique Bruno Goud (Institut Curie, Paris). Des défauts dans le fonctionnement des vésicules sont aussi impliqués dans la progression de nombreux cancers.

Hervé Ratel

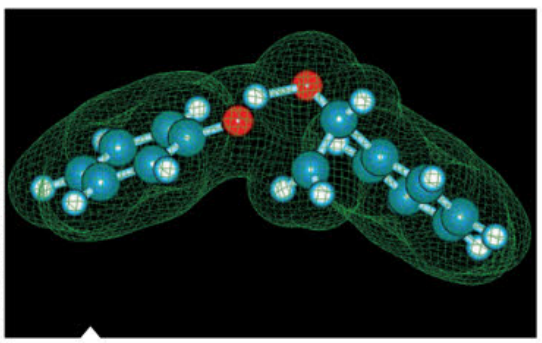


AFP

Les lauréats de gauche à droite :
James Rothman, université Yale (New Haven, États-Unis).
Randy Schekman, université de Californie (Berkeley, États-Unis).
Thomas Südhof, université de Stanford (États-Unis).

Nobel de chimie

Les réactions chimiques « in silico »



OAK RIDGE NATIONAL LABORATORY

Modélisation informatique de la transition de la liaison hydrogène lors d'une réaction chimique.

Pour les chimistes, il est parfois difficile d'élucider l'ensemble des réactions qu'ils étudient en laboratoire. La puissance des outils informatiques a changé la donne et le prix Nobel de chimie honore ceux par qui cette mutation est arrivée. *« Quand des ingénieurs développent un avion, ils font d'abord des plans sur ordinateur puis construisent un prototype*, raconte Jean-Philip Piquemal, professeur à l'université Pierre-et-Marie-Curie, à Paris. *L'idée est d'arriver à la même chose pour les molécules : élaborer informatiquement des molécules avec des nouvelles propriétés avant de faire leur synthèse.* » Le tout en parvenant à concevoir un outil mêlant des données de la physique dite classique — qui permet de visualiser des molécules de taille importante, comme les protéines —, et de la physique quantique — qui prédit les réactions chimiques à toute petite échelle, celle des atomes et des électrons.

Ce pas de géant dans la compréhension des phénomènes chimiques a débuté en 1970 dans le laboratoire de Martin Karplus à Harvard, aux États-Unis, lorsque le scientifique a commencé à développer des programmes de simulation informatique reposant sur la physique quantique. L'arrivée d'Arieh Warschel au sein de son équipe a été décisive. Celui-ci a en effet développé avec Michael Levitt, à l'Institut Weizmann des sciences (Israël), un outil capable de modéliser des molécules en s'appuyant sur la physique classique. Des travaux qui ont permis aux chercheurs d'annoncer en 1972 la mise au point de la première méthode « hybride », combinant ces deux approches. À son tour, Levitt est venu rejoindre le laboratoire de Karplus avec l'objectif de modéliser des grosses protéines, les enzymes. Chose faite en 1976. Dès lors, la méthode peut s'appliquer à tout type de molécule, sans distinction de taille.

Audrey Boehly

AFP, SIPA

Les lauréats de gauche à droite :
Martin Karplus, universités de Strasbourg (France) et Harvard, (Cambridge, États-Unis).
Michael Levitt, universités de Cambridge (Grande-Bretagne), et Stanford (États-Unis).
Arieh Warschel, Institut Weizmann (Israël), et université de Californie du Sud (États-Unis).

Nous créons de la chimie pour expliquer pourquoi les enfants font « Ouah ! ».

Savez-vous quelle est la réaction la plus courante des enfants face à la chimie ? C'est « Ouah ! ». Un simple mot pour de grandes expériences scientifiques. Et nous l'avons entendu bien des fois, dans plus de 30 pays, au Kids'Lab BASF. Pendant une journée, les enfants y deviennent des chercheurs. Ils expérimentent de façon ludique et découvrent le pourquoi du comment des merveilles de notre monde. Tout cela parce que nous croyons qu'un jour ces enfants nous émerveilleront en retour.

Si la science peut être vue comme une source d'émerveillement, c'est parce que chez BASF, nous créons de la chimie et bien plus encore.

www.wecreatechemistry.com

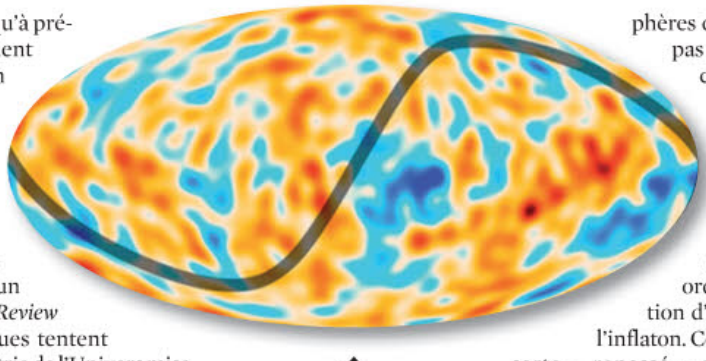
BASF

The Chemical Company

L'Univers ne serait plus plat !

Il pourrait être en forme de selle de cheval, ce qui expliquerait l'asymétrie découverte par le satellite Planck.

COSMOLOGIE Alors que jusqu'à présent, tous les modèles avaient tranché en faveur d'un cosmos plat comme la main, Andrew Liddle et Marina Cortes, de l'université d'Édimbourg (Royaume-Uni), relancent le débat : il pourrait être finalement en forme de selle de cheval. Dans un article publié dans *Physical Review Letters*, les deux scientifiques tentent d'expliquer l'étrange asymétrie de l'Univers mise en évidence par le satellite européen Planck. Celui-ci a mesuré avec précision le fond diffus cosmologique — la première lumière émise 380 000 ans après le Big Bang. Il y a détecté une différence dans les fluctuations de température : la valeur moyenne de ces fluctuations diffère d'à peu près 10 % entre les deux hémisphères du ciel. Un constat qui n'est pas compatible avec le modèle classique de l'inflation, cette période hypothétique d'expansion rapide intervenue juste après le Big Bang. Selon ce modèle, en une fraction de seconde, l'Univers se serait agrandi de plusieurs ordres de magnitude sous l'action d'un champ scalaire nommé l'inflaton. Cette étape aurait en quelque sorte « repassé » et homogénéisé l'Univers. Selon les deux physiciens britanniques, la recette originelle de l'Univers comportait un autre ingrédient : un deuxième champ scalaire, le curvaton, qui influerait la distribution de la matière à grande échelle. Las, cette théorie déjà proposée par le passé n'offre pas de prédictions et n'est donc pas vérifiable. **S. R.**



ESA AND THE PLANCK COLLABORATION

L'Univers vu par Planck : les fluctuations de températures sont plus importantes dans sa partie droite.

CIDETEC

À VOIR SUR TABLETTE

Terminator, le polymère qui se répare tout seul

MATÉRIAUX. Sans les chauffer, sans rien injecter, sans même appliquer de fortes pressions dessus, deux morceaux d'un même polymère se soudent entre eux quand ils sont mis en contact *(photo)*. D'où le surnom « Terminator » en hommage au robot de science-fiction capable de s'autoréparer. L'élastomère en question est un dérivé du polyuréthane peu coûteux à fabriquer. **M. N.**

SOURCE : ALAITZ REKONDO, CENTRE DE RECHERCHE IK4-CIDETEC, SAINT-SÉBASTIEN (ESPAGNE)

Des smartphones pour localiser les séismes

SISMOLOGIE. Les puces intégrées dans les smartphones pour ajuster l'orientation de l'écran — l'accéléromètre MEMS — pourraient former un réseau d'alerte sismique destiné aux secours. En effet, comparés lors de simulations à des accéléromètres dédiés à la mesure des tremblements de terre, ils se sont révélés suffisamment sensibles pour détecter un séisme de magnitude supérieure à 5. **H. S.**

SOURCE : ANTONINO D'ALESSANDRO, INSTITUT DE GÉOPHYSIQUE ET DE VOLCANOLOGIE, ROME (ITALIE).

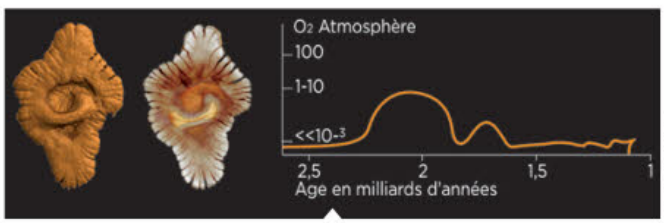
100 millions d'années

ASTRONOMIE Selon un nouveau modèle de formation de la Lune, celle-ci serait 100 millions d'années plus jeune que ce qui est communément admis. Ce modèle fait intervenir l'impact entre une proto-Terre et une planète de la taille de Mars non pas il y a 4,56 milliards d'années, comme on le pensait jusqu'à présent, mais entre -4,45 et-4,40 milliards d'années. **S. R.**

SOURCE : RICHARD CARLSON, CARNEGIE INSTITUTION FOR SCIENCES, WASHINGTON (ÉTATS-UNIS).

La curieuse apparition de l'oxygène sur Terre

CHIMIE PRÉBIOTIQUE Il y a 2,35 milliards d'années, à la fin d'un long épisode glaciaire, la teneur en oxygène, quasi nulle jusque-là, a augmenté brusquement grâce notamment à la photosynthèse. Une équipe de chercheurs, coordonnée par Abderrazak El Albani, de l'université de Poitiers, a découvert que cette concentration ne s'est pas immédiatement stabilisée comme on le pensait. L'analyse d'argilites de cette époque a en effet montré que la teneur en oxygène s'est maintenue pendant 200 millions d'années, avant de chuter pour ensuite remonter il y a 1,9 milliard d'années. Cet « effet yoyo » a pu alors freiner l'expansion de la vie sur Terre. **L. L.**



CNRS PHOTOTHÈQUE

La chute de l'oxygène de l'atmosphère il y a 1,9 milliard d'années est corroborée par ces macrofossiles, vieux de 2,1 milliards d'années, qui ont ensuite disparu.

UNIVERSITY OF GÖTTINGEN

Inférieur à 5 nm, le faisceau a été obtenu avec une lentille de 2 micromètres (la petite pointe ci-dessus).

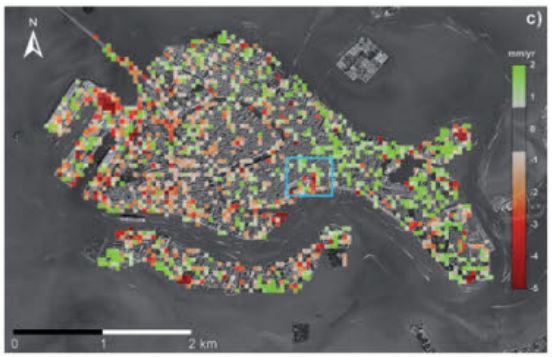
Le plus petit rayon X

PHYSIQUE C'est un nouveau record de finesse : un faisceau de rayon X inférieur à 5 nanomètres (100 fois plus fin qu'un cheveu) a été produit au synchrotron DESY à Hambourg, (Allemagne). Quatre fois plus fin que ceux produits dans les synchrotrons actuels, il a été obtenu grâce à une lentille composée de plusieurs couches circulaires de tungstène et de silicone pour concentrer la lumière. **H. S.**

SOURCE : FLORIAN DÖRING, UNIVERSITÉ DE GÖTTINGEN, ALLEMAGNE.

La vie serait née d'un impact cométaire

BIOLOGIE Des acides aminés, comme la glycine ou l'alanine, briques essentielles des protéines du vivant dont l'apparition sur Terre est énigmatique, peuvent être spontanément synthétisés lorsqu'une comète de glace percute une planète. Ou lorsqu'une météorite chute sur un astre de glace, autre événement très fréquent dans le système solaire. Une équipe de l'Imperial College de Londres l'affirme sur la foi d'une expérience de laboratoire : des acides aminés sont apparus lorsque des poussières ont été projetées sur des surfaces glacées. Or, il y a 3,8 milliards d'années, la jeune Terre a justement subi un bombardement cométaire au cours duquel les molécules de la vie ont pu être synthétisées. **A. Kh.**

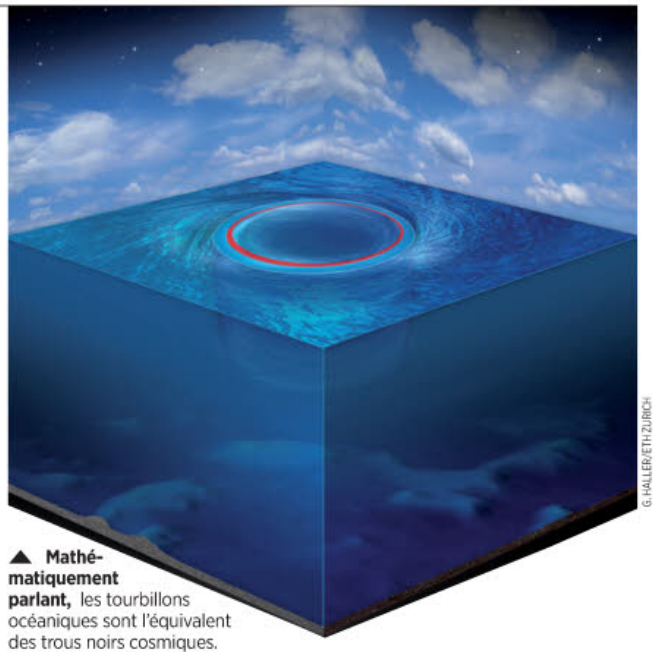


TOSI ET AL.

Venise remonte par endroits

GÉOLOGIE Venise s'enfonce... mais pas partout. Deux séries de mesures de l'affaissement des sols, une longue de 1992 à 2010 et une courte de 2008 à 2011, ont été obtenues par deux radars satellitaires et combinées sur cette carte. On voit que dans les zones où l'activité humaine est intense et les constructions anciennes, les eaux montent (en rouge). Les efforts de restauration des bâtiments pour endiguer le phénomène ont en revanche porté leurs fruits (en vert). **H. S.**

SOURCE : LUIGI TOSI, INSTITUT DES SCIENCES MARINES, VENISE.



G. HALLER/ETH ZURICH

▲ **Mathématiquement parlant,** les tourbillons océaniques sont l'équivalent des trous noirs cosmiques.

Il y a des trous noirs dans l'océan

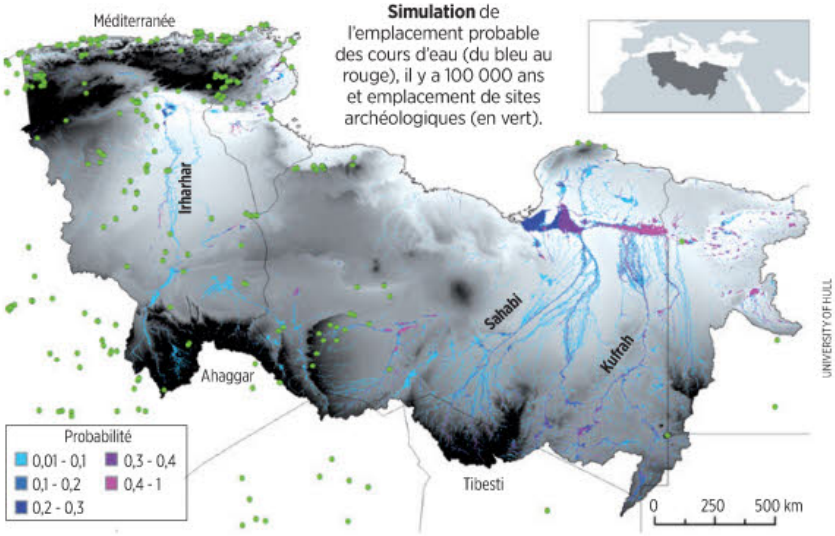
Les tourbillons océaniques, à l'instar de ces objets célestes, attirent toute la matière présente dans leurs environs.

OCÉANOGRAPHIE Les tourbillons océaniques, qui peuvent atteindre 150 kilomètres de diamètre, sont similaires aux trous noirs. C'est ce qu'affirment deux chercheurs des universités de Zurich (Suisse) et Miami (États-Unis) dans le *Journal of Fluid Mechanics* de septembre. Grâce à leur modèle mathématique, ils ont découvert qu'un tourbillon océanique, à l'instar d'un trou noir, attire toute la matière présente dans ses environs (eau, planctons, etc.). Celle-ci ne peut lui échapper que sur ses bords, où elle effectue un mouvement circulaire sans s'y engouffrer. Dans un trou noir, se produit un phénomène similaire dit « sphère de photons » : à une certaine distance, en fonction de la masse du trou noir, un rayon lumineux suit indéfiniment une orbite circulaire autour du centre.

Pour valider leur modèle, les chercheurs se sont intéressés aux anneaux des Aiguilles, des tourbillons naissant dans l'océan Indien et transportant des eaux salées dans l'Atlantique : ils ont découvert que sept d'entre eux ont un profil « trou noir ». Ce modèle pourrait conduire à revoir l'impact des tourbillons océaniques sur le climat : selon les auteurs, il serait important *« car ils transportent sur de longues distances des masses d'eau à la température et à la salinité différentes ».* **L. L.**

EN BREF

EAU MARTIENNE. Le sol de la planète Mars contiendrait entre 1,5 % et 3 % d'eau d'après les analyses des sables de Rocknest, dans le cratère de Gale, réalisées par le robot Curiosity. **COMBUSTIBLE À FUKUSHIMA.** Tepco va démarrer mi-novembre le retrait des 1300 barres de combustible usagé stockées dans la piscine du réacteur 4 à Fukushima. **STATION CHINOISE.** La Chine ambitionne de placer en orbite sa propre station spatiale avec six personnes à bord en 2013.



Simulation de l'emplacement probable des cours d'eau (du bleu au rouge), il y a 100 000 ans et emplacement de sites archéologiques (en vert).

UNIVERSITY OF HULL

Des corridors verts dans le Sahara pour « H. sapiens »

Des cours d'eau vers la Méditerranée pourraient avoir servi de routes migratoires pour l'homme moderne il y a 100 000 ans.

PALÉOGÉOGRAPHIE. Trois grands fleuves forçant leur chemin vers la Méditerranée à travers le Sahara auraient pu servir de routes migratoires à *Homo sapiens* lors de ses premières sorties d'Afrique, voilà environ 100 000 ans. L'existence de réseaux hydrographiques fossiles, désormais enfouis sous les dunes du désert, était connue, mais leur rôle dans les migrations humaines restait hypothétique. Des géographes de l'université de Hull (Grande-Bretagne) ont entrepris de modéliser le paléoclimat de la région entre -130 000 et -100 000 ans. Leur idée était que le régime de mousson, qui arrosait alors les massifs du Hoggar et du Tibesti, avait pu engendrer des cours d'eau aptes à fixer la végétation et la faune dans de véritables « corridors verts » pouvant être empruntés par l'homme.

Leurs simulations révèlent l'existence de trois de ces systèmes. Deux d'entre eux, Sahabi et Kufrah, en Lybie, auraient atteint 100 km de large à certains endroits. Mais c'est Irharhar, la rivière la plus à l'ouest, qui constitue selon les chercheurs, la voie migratoire la plus probable : bien que ne coulant que trois mois par an, elle permettait en effet d'accéder à une zone humide plus propice à l'établissement de groupes humains en Algérie. **L. B.**

Le plus ancien homme des tourbières a 4000 ans

PRÉHISTOIRE. Les restes momifiés d'un jeune homme de l'âge du bronze ont récemment été découverts dans une tourbière de la région de Cashel, dans le comté de Laois, en Irlande. Âgé de 4000 ans, il serait le plus ancien « homme des tourbières » exhumé à ce jour. **B. A.**

Pas d'ADN dans l'ambre !

PALÉONTOLOGIE. Malgré les techniques les plus récentes, des chercheurs n'ont pas réussi à extraire le moindre ADN d'une abeille prise dans du copal (de l'ambre de quelques milliers d'années). Le processus de formation de l'ambre empêcherait la conservation de l'ADN — ce qui signe la fin du « rêve » de *Jurassic Park*... **L. B.**

SOURCE : DAVID PENNEY, UNIVERSITÉ DE MANCHESTER (ROYAUME-UNI).

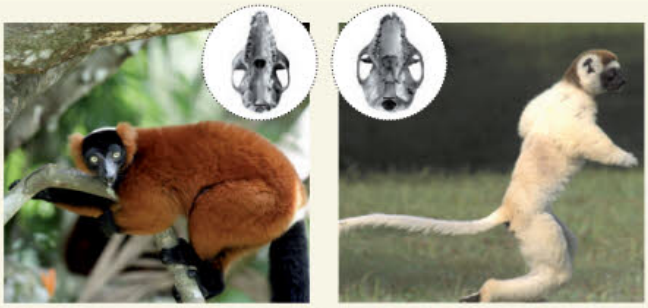
UNIVERSITY OF MANCHESTER

T. ameliae préservée dans le copal.

Les chiens préhistoriques avaient un pelage noir ou clair

PRÉHISTOIRE. Voici 10 000 ans, nos ancêtres avaient pour compagnons des chiens noirs et d'autres de robe claire, d'après des analyses paléogénétiques sur deux gènes déterminant la couleur du pelage. Cette diversité proviendrait du pool génétique originel des loups, mais aussi, pour la couleur noire, de mutations liées au processus de domestication. **L. B.**

SOURCE : MORGANE OLLIVIER, UNIVERSITÉ LYON-I.



BIOSPHOTO

Le foramen magnum du lémurien vari roux (à gauche), quadrupède, est situé plus en arrière que celui du propithèque de Verreaux, lémurien bipède.

Le trou occipital, un bon marqueur de la bipédie

PALÉOANTHROPOLOGIE. Chez les mammifères, la marche bipède est corrélée à une position plus avancée sous le crâne du foramen magnum (ou trou occipital, l'orifice de communication entre le canal vertébral et la boîte crânienne). C'est ce que confirme un comparatif de 71 espèces bipèdes ou quadrupèdes de marsupiaux, rongeurs et primates. Un foramen magnum avancé pourrait donc nous renseigner sur la locomotion des hominidés éteints (notamment Ardi et Toumaï), ce qui restait source de débat en paléoanthropologie. **L. B.**

SOURCE : GABRIELLE RUSSO, UNIVERSITÉ DU TEXAS, AUSTIN (ÉTATS-UNIS).

récylum

Éco-organisme à but non lucratif

RECYCLER SES LAMPES, TOUT LE MONDE S'Y MET.

PS 00000 - Récylum : RCS Paris B 482 323 946 - © Lucky Comics 2013.

Vous aussi, déposez-les en supermarché, magasin de bricolage ou déchèterie.

Ce geste simple préserve les ressources naturelles et évite les risques de pollution. En effet, une fois collectées, les lampes sont intégralement traitées, puis recyclées.

Il n'y a aucune raison de ne pas vous y mettre !

Pour trouver un point de collecte :

www.malampe.org

COURTESY OF M. PONCE DE LEON & CH. ZOLLIKFER, UNIVERSITY OF ZURICH

Ces cinq crânes de Dmanisi, malgré leurs différences, appartiendraient à la même espèce.

Nos ancêtres, tous des « erectus » ?

Se fondant sur l'étude des fossiles de Dmanisi en Géorgie, des chercheurs proposent de simplifier radicalement notre arbre évolutif.

PALÉOANTHROPOLOGIE En matière de lignée humaine, l'heure est à la simplification extrême ! Huit chercheurs proposent de jeter au panier les noms d'*Homo habilis*, *Homo ergaster* et *Homo rudolfensis* d'Afrique vieux d'environ 2 Ma (millions d'années), et même *Homo georgicus*, l'Européen vieux de 1,8 Ma. Tous ces hommes anciens appartiendraient en fait à une même espèce, *Homo erectus*, un grand voyageur qui s'est déployé sur toute la planète. David Lordkipanidzé (du Muséum national de Géorgie) et Maria Ponce de León (université de Zurich) ont analysé la variabilité entre toutes ces espèces et l'ont comparée à celle observée dans un groupe de cinq individus dénichés dans la grotte de Dmanisi en Géorgie. Patatras ! le groupe des cinq présente à lui seul une variabilité comparable à celle de toutes les autres espèces fossiles d'Afrique. Large face, mâchoire massive et petit cerveau, le dernier d'entre eux, découvert en 2005, est même très différent. « *Aujourd'hui, il y a autant de subdivisions entre les espèces qu'il y a de chercheurs étudiant ce problème* », ironise Maria Ponce de León, favorable à la simplification. Peu convaincu, Bernard Wood, de l'université George-Washington, plaide au contraire pour que le petit dernier de Dmanisi soit classé « *comme une nouvelle espèce d'hominidé* ». **R. M.**

250 millions d'années

L'âge des plus anciens pollens connus de plantes à fleurs

C'est un saut de 100 millions d'années en arrière pour l'apparition des plantes à fleurs : on a découvert des traces de pollen dans des terrains vieux d'environ 250 millions d'années en Suisse. Jusqu'à présent l'apparition et la diversification des plantes à fleurs (angiospermes) étaient situées au crétacé, période, entre -145 et -65 millions d'années, coïncidant avec l'émergence des premières abeilles sociales. **P. K.**

SOURCE : PETER HOCHULI, UNIVERSITÉ DE ZURICH (SUISSE).

Un cerveau vieux de 4000 ans

PRÉHISTOIRE. Les circonvolutions de cette masse grisâtre *(ci-dessous)* appartiennent à l'un des plus anciens cerveaux humains connus. Vieux de 4000 ans, il a été mis au jour sur le site turc de Seyitömer Höyük. Vraisemblablement coincé sous des décombres lors

MERIC A. ALTINÖZ

L'organe découvert par les archéologues en Turquie.

d'un incendie, son infortuné propriétaire aurait vu son cerveau littéralement bouillir et se carboniser sous l'effet de la chaleur, avant que les conditions chimiques du sol permettent la saponification du cadavre et la préservation de l'organe. **L. B.**

SOURCE : MERIC HALTINÖZ, UNIVERSITÉ HALIÇ, ISTANBUL, TURQUIE.

CONCOURS DE NOUVELLES 2014

PANIQUE CHEZ LES TAXONS !

« Sciences et Avenir » invite ses lecteurs à participer à un concours de nouvelles et à gagner une « Croisière du Savoir » autour des îles britanniques du 6 au 15 juin 2014, pour deux personnes.

Faites sauter les barrières des règnes et des espèces et publiez votre nouvelle aux Presses de l'ENSTA

Animé, inanimé. Minéral, végétal, animal. De domaines en règnes, d'embranchements en classes, de genres en espèces, la science n'a de cesse d'affiner les frontières. Mais, dans le même temps, elle s'emploie à les transgresser : puces informatiques greffées sur l'humain, gènes d'araignée dans l'ADN des chèvres, de poisson dans les fraises, robots doués de sens et de parole… Homme ou caillou, ne sommes-nous pas tous constitués d'atomes - eux-mêmes poussières d'étoiles ?

Mélangez les genres et racontez.

Déposez votre nouvelle avant le samedi 25 janvier à minuit sur le site du concours :
http://nouvelles-avancees.ensta-paristech.fr

Vous pouvez concourir dans une de ces trois catégories :
- « Grand public » ;
- « Étudants en sciences » ;
- « Élèves et classes du secondaire » encadrés par deux enseignants.

Le texte doit comporter un titre. Ni menton d'auteur ni signe distinctif. Longueur : 12 000 signes maximum.

Le règlement complet, déposé chez Maître Bessard, huissier de justice, est consultable sur le site du concours.

La remise des prix aura lieu le jeudi 3 avril 2014 à l'ENSTA ParisTech.

JURY
- Présidents : Cédric VILLANI, mathématicien ; Fatou DIOME, romancière
- Sylvie FENCZAK, éditrice
- Pierre-Henri GOUYON, biologiste au MNHN
- Isabelle JARRY, romancière
- Étienne KLEIN, physicien au CEA
- Monique LEGRAND, IA-IPR Lettres
- Charles TOROSSIAN, IG Mathématiques

Sous le patronage du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche

SCIENCES AVENIR · ENSTA ParisTech · cea · EDF · SAE · l'École des lettres · universcience · Association Athéna · géode · mel · Éditions des Équateurs

CITROËN préfère TOTAL

ORIGINE FRANCE GARANTIE BVCert. 60133703

ERREUR DE LA BANQUE EN VOTRE FAVEUR

Automobiles CITROËN - RCS Paris 642 050 199

CITROËN DS4

TAUX EXCEPTIONNEL

3,90 % TAEG fixe

Pour un crédit de 10 000 €, 36 mensualités de 295 €. Montant total dû par l'emprunteur : 10 596 € [1].
Un crédit vous engage et doit être remboursé. Vérifiez vos capacités de remboursement avant de vous engager.

CRÉATIVE TECHNOLOGIE

CITROËN

Modèle présenté : Citroën DS4 HDi 160 Sport Chic avec options. (1) Taux débiteur fixe de 2,17 %. Coût total du crédit : 596 € dont 250 € de frais de dossier inclus dans les deux premières échéances. Montants exprimés pour une première échéance à 30 jours. Durée du crédit de 36 mois. Possibilité de souscrire à l'assurance facultative Décès [2] pour 10 € par mois ; en cas de souscription, ce montant s'ajoute à celui de l'échéance du crédit. Offre non cumulable, valable jusqu'au 30/11/13, pour un montant emprunté compris entre 5 000 € et 10 000 €, sur une durée de 36 mois, réservée aux personnes physiques pour toute commande d'une Citroën DS4 neuve à usage privé dans le réseau Citroën participant et sous réserve d'acceptation du dossier par CREDIPAR. Vous bénéficiez du délai légal de rétractation. (2) Le contrat d'assurance facultative Décès est distribué par CREDIPAR, en qualité de mandataire d'assurance, et souscrit auprès de PSA Life Insurance Ltd, société d'assurance vie exerçant en libre prestation de services, immatriculée à Malte sous le numéro C 44567, ayant son siège social à Mediterranean Building, 53 Abate Rigord Street Ta'Xbiex XBX 1122, Malte, et soumise au contrôle du Malta Financial Services Authority (MFSA) – Notabile Road, Attard BKR 3000, Malte. CREDIPAR SA au capital de 107 300 016 €, RCS Nanterre 317 425 981, 12 avenue André Malraux, 92300 Levallois-Perret, mandataire d'assurance n° ORIAS 07004921 (www.orias.fr).

CONSOMMATIONS MIXTES ET ÉMISSIONS DE CO_2 DE CITROËN DS4 : DE 4,2 À 7,7 L/100 KM ET DE 110 À 178 G/KM.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA

« B. cinerea » attaque les fruits.

L'arme secrète de la pourriture grise

MYCOLOGIE Le secret de l'agressivité de *Botrytis cinerea* — champignon qui provoque la pourriture grise sur de nombreuses espèces végétales sauvages ou cultivées— a été percé : il transfère dans les cellules végétales de petits ARN neutralisant l'expression de trois gènes de défense de la plante. **P. K.**

SOURCE : ARNE WEIBERG, UNIVERSITÉ DE CALIFORNIE, ÉTATS-UNIS.

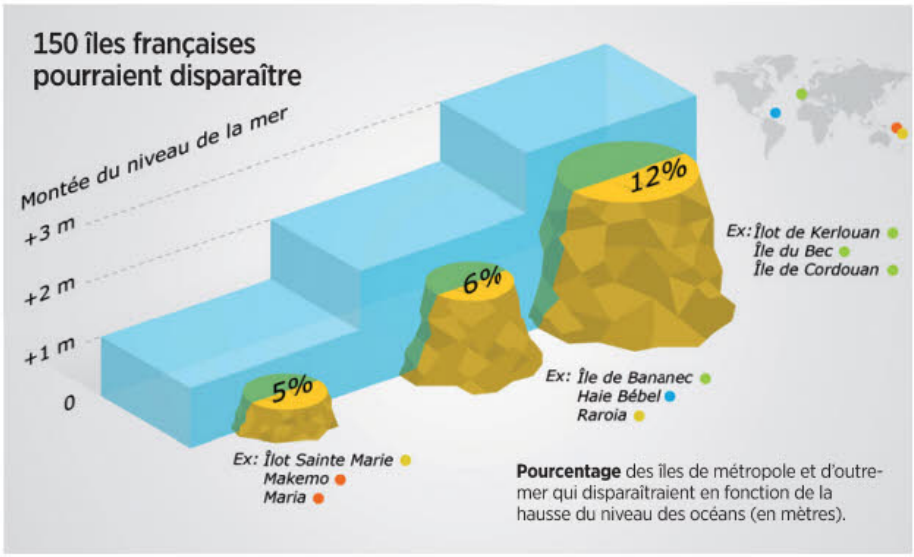
Les rayons cosmiques mis hors de cause dans le réchauffement

CLIMATOLOGIE La responsabilité des rayons cosmiques dans le changement climatique est négligeable : c'est la conclusion de l'expérience CLOUD menée au Cern depuis 2005. Les chercheurs ont dirigé un faisceau de particules produit par le synchrotron à protons du Cern sur une réplique de l'atmosphère. Les rayons

NASA

Les nuages dus aux rayons ont peu d'effets sur le climat.

cosmiques — dont le flux est contrôlé par les variations du champ magnétique de la Terre et de l'activité solaire — étaient soupçonnés, en percutant ces aérosols, de générer des nuages refroidissant les basses couches de l'atmosphère. C'est bien le cas, mais dans de faibles proportions et sans conséquence climatique. **A. Kh.**



Pourcentage des îles de métropole et d'outre-mer qui disparaîtraient en fonction de la hausse du niveau des océans (en mètres).

SOURCE : C. BELLARD ET AL. UNIV. PARIS SUD/NATURE COMMUNICATION - INFOGRAPHIE : DAMIEN HYPOLITE

Nos îles vont boire la tasse

L'élévation du niveau des océans menace directement de nombreuses îles, notamment en Polynésie et en Nouvelle-Calédonie.

CLIMATOLOGIE Les îles françaises sont sous la menace de la montée du niveau de la mer : 5 % seront entièrement submergées si la hausse est de 1 mètre (scénario le plus défavorable à l'horizon 2100 selon les experts du Giec), 6 % si elle est de 2 m et 12 % à 3 m. C'est en analysant une par une la situation des 1269 îles françaises qu'une équipe de l'université Paris-Sud, à Orsay, a établi cette prédiction. *« L'élévation sera différente selon les régions, les mers n'étant pas plates et la dilatation des eaux de surface étant plus ou moins forte »*, précise Franck Courchamp, l'un des auteurs de ce travail. Si 60 % des terres menacées sont situées en Polynésie française et en Nouvelle-Calédonie, la métropole est aussi concernée avec la possible disparition d'îlots en Bretagne, comme Bananec dans l'archipel des Glénan. En extrapolant ces résultats aux 180 000 îles du monde, on peut supposer qu'entre 10 000 et 20 000 d'entre elles pourraient disparaître d'ici à la fin du siècle. Autre conclusion des chercheurs après analyse de 4447 littoraux sélectionnés pour leur importante biodiversité : plus de 300 plantes endémiques pourraient disparaître noyées. **L. C.**

Un sonar fait échouer des dauphins

CÉTOLOGIE La centaine de dauphins d'Électre (*Peponocephala electra*) qui s'étaient échoués dans les lagunes de Loza, au nord-ouest de Madagascar, en 2008, avaient été désorientés par le sonar d'un navire de recherche pétrolière. C'est la première preuve que les ondes émises par les bateaux perturbent le système d'écholocation des mammifères marins. L. C.

SOURCE : BRANDON SOUTHALL, ISRP.

HELENE GALLARD / AFP

Un dauphin retrouvé mort dans la mangrove malgache en 2008.

500 kg

La masse de déchets de plastique ramassés en mer par un chalutier en une semaine

Sept navires sont partis en mer cet été du pays Basque, du Var et de Normandie pour récupérer des déchets plastiques à la surface de la mer. Un filet avec des boudins flottants a été spécialement conçu à cet effet. Cette pêche d'un genre nouveau a été financée par des fonds publics et une fondation privée. L'expérience devrait être étendue en 2014. **L. C.**

CATLIN SEAVIEW SURVEY

Navigation virtuelle aux Galapagos

ÉCOLOGIE D'ici à la fin de l'année, on pourra explorer les Galapagos et leurs fonds marins depuis un ordinateur. Dépêchée sur place, une équipe de Google *(photo)*, associée à la fondation Charles-Darwin et au parc national des Galapagos, a amassé des prises de vue à 360°. Elles permettront de réaliser une interface de navigation en ligne Google Street View. Ce travail relève aussi d'un partenariat avec le Catlin Seaview Survey, un projet de surveillance des écosystèmes marins fragiles. **A. D.**

À VOIR SUR TABLETTE

SPA

Grottes géantes en Chine

SPÉLÉOLOGIE C'est tout un écosystème que viennent de découvrir des spéléologues britanniques dans la province de Chongqing (centre de la Chine). Un effondrement de 51 000 m² couvert de végétation et perdu dans les nuages donne accès à un immense réseau de grottes de plusieurs centaines de mètres de hauteur. Stalagmites géantes, torrents souterrains et murailles de calcaire dessinent un milieu encore jamais vu. **L. C.**

Les murmures du tamarin

ÉTHOLOGIE Les tamarins chuchotent entre eux pour ne pas être entendus par un intrus, montre une étude menée au zoo de New York. En analysant les enregistrements de moments de silence apparent, les chercheurs ont découvert que les singes murmuraient des signaux d'alarme en présence d'un soigneur redouté. **R.M.**

SOURCE : RACHEL MORRISON, THE CITY UNIVERSITY OF NEW YORK, ÉTATS-UNIS.

MAXPPP

Le tamarin, seul singe capable de chuchoter. ▶

QUESTIONS À

Olivier Boucher, chercheur CNRS au Laboratoire de météorologie dynamique à l'université Pierre-et-Marie-Curie, à Paris, membre du Giec.

« La concentration de méthane est restée au même niveau depuis 2007 »

D.R.

Dans le résumé du 5e rapport du Giec*, deux chiffres ont semé la confusion : d'une part le « forçage radiatif » (énergie reçue chaque seconde par mètre carré de surface terrestre) dû aux émissions de méthane, donné pour la première fois et estimé à 0,97 (+ ou - 0,23) watts/m², et d'autre part, la concentration du même gaz, soit 0,48 (+ ou - 0,10) W/m².

Avec la révélation des émissions de méthane, le rôle de ce gaz a-t-il été réévalué ?
Non, le forçage radiatif dû au méthane est bien resté pratiquement au même niveau depuis 2007, sa valeur dans le 4e rapport était également de 0,48 W/m². Le bilan selon les émissions est différent du bilan selon les concentrations. En effet, le méthane émis induit une foule de réactions chimiques dans l'atmosphère. Il provoque une augmentation de la concentration en vapeur d'eau stratosphérique et en ozone, et contribue même légèrement à l'augmentation du CO_2.

Au final, faut-il retenir la valeur liée à l'émission de méthane ou bien celle liée à sa concentration ?
Le forçage radiatif dû aux émissions de méthane est plus pertinent car il inclut tous les effets associés à ce gaz à effet de serre.

Comment a évolué l'ensemble de la contribution anthropique ?
Le forçage radiatif dû aux gaz à effet de serre d'origine anthropique a continué d'augmenter, passant de 2,63 à 2,83 W/m² entre 2005 et 2011. Les émissions d'aérosols (particules de pollution) compensent partiellement ce réchauffement, mais ce refroidissement reste difficile à estimer.

Propos recueillis par A. Kh.

* sciav.fr/19KYhj4

BRIAN KERSEY / AP / SIPA

Grâce à la jambe robotique, Zac Vawter peut emprunter des escaliers.

Une jambe bionique commandée par la pensée

Une prothèse robotisée contrôlée par les terminaisons nerveuses confère à un amputé une démarche assurée et fluide.

BIOMÉCANIQUE Permettre à un amputé de contrôler lui-même sa jambe artificielle, telle est la prouesse réalisée par l'équipe du Dr Levi Hargrove, du Centre de médecine bionique du Rehabilitation Institute de Chicago. Le patient est un homme de 31 ans, victime d'un accident de moto en 2009. Zac Vawter avait bénéficié dans les 36 heures suivant son amputation au niveau du genou d'une réinnervation musculaire ciblée, une procédure chirurgicale consistant à dévier ce qui reste des nerfs moteurs vers ceux de la cuisse. Les chercheurs ont utilisé les signaux électriques des muscles de la cuisse et ceux réinnervés à la suite de l'intervention chirurgicale, pour améliorer le contrôle de la prothèse. Cette jambe robotique renferme 13 capteurs mécaniques. Par ailleurs, 96 électrodes ont été disposées sur le moignon. Les signaux électriques sont décodés et combinés aux informations provenant des capteurs de la prothèse. L'ensemble des données permet d'interpréter les intentions de mouvement. Le résultat est une démarche assurée, étonnamment fluide. L'amputé marche sur un terrain plat en extérieur, monte les escaliers et même, une fois assis, replace correctement sa jambe sans l'aide des mains. **M. G.**

LE + NUMÉRIQUE

La vidéo de l'homme marchant avec sa prothèse : **sciav.fr/GQMWaM**
Le principe de fonctionnement de la prothèse : **sciav.fr/19HtDtd**

EN BREF

MÉDICAMENTS EN LIGNE. Le gouvernement français a lancé une base de données publique sur le médicament : **http://medicaments.gouv.fr** **DÉPRESSION ET CANCER.** Une étude française sur 15 ans et près de 15 000 cancers écarte toute association entre dépression et survenue ultérieure d'un cancer. **RECUL DE LA MALNUTRITION.** Entre 2011 et 2013, 842 millions de personnes souffraient de faim chronique : c'est 26 millions de malnutris en moins par rapport à la précédente enquête.

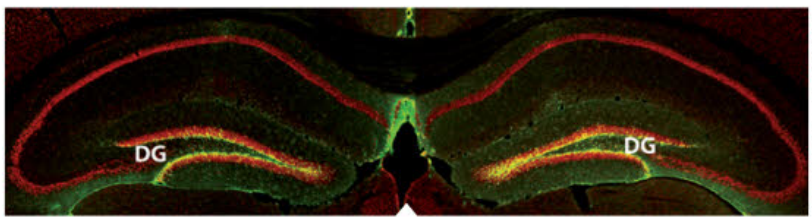
Une femme stérile a pu faire un enfant

REPRODUCTION Une femme souffrant de « ménopause précoce » a donné naissance à un bébé en bonne santé. Jusque-là, les patientes souffrant de ce type d'insuffisance ovarienne ne pouvaient avoir un enfant qu'en recourant au don d'ovocytes. Des médecins japonais ont prélevé les ovaires et les ont fragmentés, puis les ont stimulés chimiquement avant de réimplanter le tissu ovarien. Ils ont observé chez certaines femmes que cette manipulation avait amorcé la croissance de follicules, ce qui a permis de prélever des ovocytes. Une fécondation *in vitro* et un transfert d'embryon ont fait le reste. **M. G.**

SOURCE : KAZUHIRO KAWAMURA, ST. MARIANNA UNIVERSITY SCHOOL OF MEDICINE, KAWASAKI, JAPON.

KAZUHIRO KAWAMURA

◀ **Le Dr Kazuhiro Kawamura** et le bébé né d'une mère atteinte de ménopause précoce.



COLUMBIA UNIVERSITY MEDICAL CENTER

Visualisation de la protéine RbAp48 (en jaune) dans le gyrus denté (DG) d'un cerveau de souriceau.

Une molécule manque et la mémoire flanche

NEUROLOGIE Le déclin d'une protéine appelée RbAp48 serait à l'origine du mécanisme de perte de mémoire liée au vieillissement. La preuve a été apportée chez la souris comme chez l'homme par l'équipe du prix Nobel de médecine américain Eric Kandel. Cette protéine se trouve dans le gyrus denté, zone impliquée dans la mémorisation. **E. S.**

SOURCE : ELIAS PAVLOPOULOS, UNIVERSITÉ COLUMBIA, ÉTATS-UNIS.

Détecter soi-même la rechute d'un cancer du poumon

ONCOLOGIE Un questionnaire, mis au point par Fabrice Denis, cancérologue au Mans, permet de détecter une rechute de cancer du poumon. Accessible par Internet et bientôt par une application pour smartphone, il prend en compte six paramètres (poids, fatigue, perte d'appétit, douleur, essoufflement, toux) renseignés par le patient. D'après un test sur 43 personnes, on gagnerait six semaines par rapport à un repérage par scanner. **S. R.-M.**

SOURCE : FABRICE DENIS, UNIVERSITÉ DE ROUEN.

GDF SUEZ : SA AU CAPITAL DE 2 412 824 089 € - RCS NANTERRE 542 107 651 - PUBLICIS CONSEIL

Acteur mondial
de l'énergie :
électricité, gaz naturel,
services à l'énergie.

Plus de réponses sur gdfsuez.com

L'ÉNERGIE EST NOTRE AVENIR, ÉCONOMISONS-LA !

GDF SUEZ

ÊTRE UTILE AUX HOMMES

LEXUS

PARCE QUE NOUS AVONS ÉTÉ LES PREMIERS À PENSER QUE L'HYBRIDE EST L'AVENIR DE L'AUTOMOBILE ET QU'AUJOURD'HUI TOUT LE MONDE LE SAIT.

Avec l'introduction de la toute nouvelle berline IS 300h, Lexus est la seule marque premium à décliner une gamme complète de modèles hybrides aux lignes à la fois élégantes et sportives. Et grâce au système Lexus Hybrid Drive, vous pouvez conjuguer plaisir automobile et économies grâce à une fiscalité avantageuse. Au-delà de la qualité de finition irréprochable, de la technologie embarquée de pointe, du design impactant et du comportement routier dynamique que vous êtes en droit d'attendre d'une automobile de cette catégorie, nos modèles vous garantissent l'exclusivité que seule Lexus peut vous offrir et vous donnent accès à la Conciergerie Lexus 24h/24 et 7j/7 pendant 3 ans.

NOUVELLE LEXUS IS 300h FULL HYBRID* | **JUSQU'À 4 000 € DE BONUS ÉCOLOGIQUE(1)**

LA BERLINE HYBRIDE ALLIANT SPORTIVITÉ ET CONFORT | 223 ch | 4,3 L/100 km | 99 g/km de CO_2

*Full Hybrid = Totalement Hybride. (1) Bonus Écologique de **10 % du coût TTC** du véhicule dans la limite de **2 000 € (min)** et **4 000 € (max)** pour les véhicules hybrides émettant jusqu'à **110 g/km de CO_2**. Coût du véhicule = prix après toutes remises, rabais, déductions ou avantages hors accessoires et services. Selon conditions et modalités du décret n° 2007-1873 dans sa rédaction en vigueur au 17 octobre 2013 et sous réserve de publication de tout texte modificatif. (2) Selon conditions et modalités de l'article 1011 bis du CGI. 100 € pour une version 2WD et 300 € pour une version 4WD.

NOUVELLE LEXUS GS 300h FULL HYBRID* | **JUSQU'À 4000€ DE BONUS ÉCOLOGIQUE[1]**

L'HYBRIDE ALLIANT RAFFINEMENT ET TECHNOLOGIES DE POINTE | 223 ch | 4,7 L/100 km | 109 g/km de CO_2

LEXUS RX 450h FULL HYBRID* | **SEULEMENT 100€ À 300€ DE MALUS ÉCOLOGIQUE[2]**

LE PREMIER CROSSOVER HYBRIDE DYNAMIQUE ET RESPONSABLE | 299 ch | 6,1 L/100 km | 140 g/km de CO_2

lexus.fr

IS 300h : Consommations L/100 km (Normes CE) cycle mixte de 4,3 à 4,7. Émissions de CO_2 (Normes CE) cycle mixte de 99 à 109 g/km.
GS 300h : Consommations L/100 km (Normes CE) cycle mixte de 4,7 à 5,0. Émissions de CO_2 (Normes CE) cycle mixte de 109 à 115 g/km.
RX 450h : Consommations L/100 km (Normes CE) cycle mixte de 6,1 à 6,3. Émissions de CO_2 (Normes CE) cycle mixte de 140 à 145 g/km.
Données homologuées CE.

AFP

QUESTIONS À

Ian Wilmut Professeur émérite au Centre de médecine régénérative de l'université d'Édimbourg (Royaume-Uni)

« Il faut créer des banques de cellules souches »

Dans la revue « Cell Stem Cell », Ian Wilmut (le « père » de la brebis clonée Dolly) appelle à la création de banques de cellules iPS (cellules souches pluripotentes induites) humaines.

Pourquoi cette demande ?
Les cellules iPS ont la capacité de se transformer en tout autre tissu et de croître très longtemps. Obtenir des cellules propres à chaque patient serait possible mais très long et coûteux. Il faut donc créer des banques de lignées de cellules iPS pouvant être utilisées par de grands groupes de gens. Ces banques permettraient de produire des millions de cellules de n'importe quel tissu.

Comment une cellule d'un donneur adulte peut-elle convenir à une majorité de gens ?
D'après les calculs, des cellules provenant d'environ 150 personnes sélectionnées génétiquement pourraient convenir immunologiquement à la majorité des gens. Nous proposons qu'un réseau international de banques de cellules souches travaillant avec les mêmes procédures et standards soit établi pour fournir le plus grand éventail de types immunologiques possibles.

Comment pourrait-on utiliser ces nouvelles banques de cellules ?
Un médecin dont le patient souffre de la maladie de Parkinson, par exemple, pourrait commander du tissu nerveux qui fait défaut (neurones dopaminergiques) chez son patient. Puis, à l'hôpital, ces neurones seraient transplantés dans le cerveau du malade. Il faudra de vingt à cinquante ans pour que de tels traitements soient accessibles, le temps de comprendre quel type de cellules produire pour quelle maladie, où les injecter, puis mener les essais cliniques. Nous espérons ainsi pouvoir traiter Parkinson mais aussi les maladies cardiaques, certaines formes de cécité et beaucoup d'autres pathologies.

Propos recueillis par E. S.

Un antidouleur dans le venin d'un mille-pattes

ANALGÉSIE Le venin du mille-pattes asiatique *Scolopendra subspinipes mutilans* contient un antidouleur plus puissant que la morphine. Il s'agit d'une molécule qui inhibe un canal à sodium dans les récepteurs nerveux. Ce canal, baptisé Nav1.7, est connu pour ne pas fonctionner chez les personnes qui présentent une insensibilité congénitale à la douleur. **M. G.**

SOURCE : SHILONG YANG, KUNMING INSTITUTE OF ZOOLOGY, KUNMING, YUNNAN, CHINE.

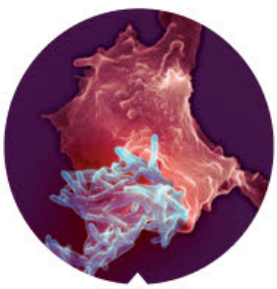
UNIVERSITY OF MEXICO

La scolopendre *S. subspinipes* est dotée de crochets à venin.

PAROLES

« Le prix des drogues illégales a diminué depuis les années 1990 tandis que leur pureté a, en règle générale, augmenté. Cela laisse à penser que les efforts croissants pour contrôler le marché de la drogue en appliquant la loi ont échoué. »

Dan Werb, de l'hôpital Saint-Paul à Vancouver (Canada), coauteur d'une publication dans *BMJ Open* sur l'évolution des prix et de la pureté des drogues aux États-Unis entre 1990 et 2007.


COSMOS

Un macrophage (en rouge) détruisant un bacille tuberculeux.

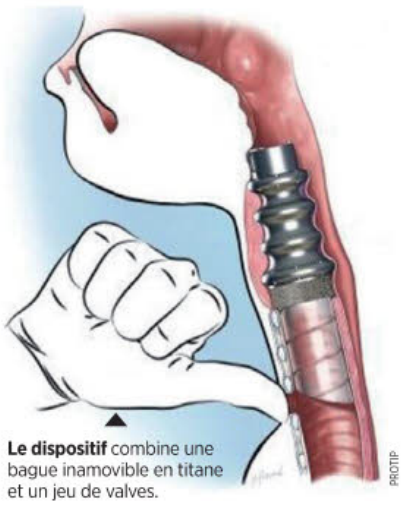
L'altitude bénéfique contre la tuberculose

IMMUNOLOGIE La réputation des bienfaits des séjours en altitude pour les malades de tuberculose n'est pas usurpée. C'est la conclusion d'une équipe internationale de chercheurs qui a étudié des bacilles de Calmette-Guérin, utilisés dans les vaccins contre la tuberculose. Ils ont prélevé du sang de personnes vivant en plaine, puis à nouveau après les avoir emmenés à 3400 m d'altitude, ainsi que celui de résidents en haute montagne. Ils ont ensuite comparé le développement des bacilles dans le sang et dans des cultures. Conclusion : en altitude, les bactéries se développent quatre fois moins dans le sang qu'en culture, alors qu'il n'y a pas de différence en plaine. Cet effet, dû aux cellules immunitaires du sang, s'observe quelle que soit la durée du séjour en montagne. **M. C.**

RETOUR SUR

Le larynx artificiel affiche un bilan positif

Un an après la première implantation d'un larynx artificiel en France, l'équipe de Christian Debry des hôpitaux universitaires de Strasbourg a rendu publics des résultats encourageants. Le patient, atteint d'un cancer ORL, est capable de respirer et de s'alimenter normalement grâce à une bague en titane inamovible et un système de valves. Ce système innovant est le premier à se passer de l'orifice de la trachéotomie propre aux prothèses laryngées existantes, pour rétablir la continuité de l'arbre respiratoire. Le patient doit encore récupérer la parole. **S. R.-M.**


PROTIP

Le dispositif combine une bague inamovible en titane et un jeu de valves.

LEXUS

ET PARCE QUE NOUS SOMMES CONVAINCUS QU'UNE LEXUS HYBRIDE DOIT ÊTRE ACCESSIBLE, AUJOURD'HUI NOUS LE PROUVONS.

LEXUS CT 200h FULL HYBRID* | **JUSQU'À 4 000 € DE BONUS ÉCOLOGIQUE(1)**
LA PREMIÈRE BERLINE COMPACTE PREMIUM HYBRIDE AU MONDE | 136 ch | 3,8 L/100 km | 87 g/km de CO_2

Avec son caractère affirmé et la richesse de ses équipements, la Lexus CT 200h offre un raffinement et une élégance qui n'ont pas leurs pareils. À son volant, vivez une expérience de conduite singulière grâce à la technologie Lexus Hybrid Drive gage de silence mais aussi de faibles consommations et émissions de polluants. Avec cette berline compacte unique en son genre, Lexus prouve une nouvelle fois que l'exception ne doit pas être inaccessible.

lexus.fr

À PARTIR DE 299 €/MOIS(2) SANS APPORT

LLD 49 MOIS POUR LES PARTICULIERS

Consommations L/100 km (Normes CE) cycle mixte de 3,8 à 4,1. Émissions de CO_2 (Normes CE) cycle mixte de 87 à 94 g/km. Données homologuées CE.

Modèle présenté : CT 200h F Sport (peinture métallisée incluse) à **429 €**/mois en LLD sur 49 mois/45 000 km.
(1) Voir page précédente. (2) Exemple pour une CT 200h Emotion (peinture métallisée non incluse) neuve en location longue durée sur 49 mois et 45 000 km. 1er loyer : **2 780 €**, correspondant au Bonus Écologique selon décret n° 2007-1873 dans sa rédaction en vigueur au 17 octobre 2013 et sous réserve de publication de tout texte modificatif. 48 loyers de 299 € hors assurances facultatives. Restitution du véhicule dans votre concession en fin de contrat avec paiement des frais de remise en état standard et des kilomètres excédentaires. Sous réserve d'acceptation par LEXUS France FINANCEMENT, 36 bd de la République 92423 Vaucresson - RCS 412 653 180 - n° ORIAS 07005419 consultable sur www.orias.fr. Offre réservée aux particuliers, non cumulable avec d'autres offres, valable jusqu'au **30/10/2013** dans les concessions Lexus participantes.

* Full Hybrid = Totalement Hybride.

Le navire qui annule les vagues

OCÉANOLOGIE. En Corée du Sud, Hyundai est en train de fabriquer un navire capable de rester stable malgré une forte houle, grâce à un système inventé par une société allemande d'ingénierie marine, Hoppe Marine. Le navire est équipé de réservoirs en U remplis d'eau, qui épousent l'intérieur de la coque et contiennent de l'eau. Lorsque des vagues secouent le bateau, le mouvement est enregistré par des capteurs et de l'air est envoyé dans les réservoirs pour agiter l'eau. Des vagues sont ainsi créées à l'intérieur de la coque, mais selon un mouvement opposé à celui de la mer. Pris entre deux forces contraires qui s'annulent, le bateau ne subit aucune secousse violente. Le navire anti-vagues a été commandé par une compagnie maritime norvégienne pour l'hébergement en mer du personnel de plates-formes pétrolières. **A. D.**

SALT SHIP DESIGN

Les 800 passagers ne devraient pas souffrir du mal de mer.

UNIVERSITY OF ILLINOIS & BECKMAN INSTITUTE

Les températures apparaissent sous forme d'une échelle de couleurs.

Un thermomètre sur la peau

Ce patch mesure la température d'une personne avec une grande précision et en continu.

SANTÉ. C'est un carré souple de 2 cm de côté qui se colle sur la peau. Constitué de capteurs et circuits électroniques flexibles, il mesure la température du porteur avec une précision de 0,02 °C. Il a été créé par une équipe internationale de chercheurs, qui l'a présenté dans la revue *Nature Materials*. Appliqué sur une surface de plusieurs centimètres carrés, il peut relever différentes températures en plusieurs endroits de la peau simultanément et ainsi observer comment se répartit la chaleur sur cette zone. Autre intérêt de cet outil à visée fondamentale : les mesures sont continues tant que la personne porte le patch, ce qui permet d'observer les variations de températures sur la durée. Le système reste dépendant d'une source d'énergie externe. Les chercheurs étudient les moyens de s'en passer, par exemple en utilisant des microcellules photovoltaïques incluses dans le patch. **A. D.**

45 s
pour refroidir une boisson de 25 à 4 °C

Le procédé Rapidcool consiste à plonger une bouteille ou une canette dans un liquide glacé (type eau glycolée) et à la secouer pour que tout le liquide soit bien réfrigéré. Pour éviter l'explosion à l'ouverture, l'astuce est d'effectuer une rotation rapide qui crée un vortex. Ainsi, la boisson se mélange sans que les bulles de CO_2 ne s'entrechoquent. L'invention a été financée par le Fonds européen pour la recherche et l'innovation. **L. C.**

Un fauteuil aux petits soins

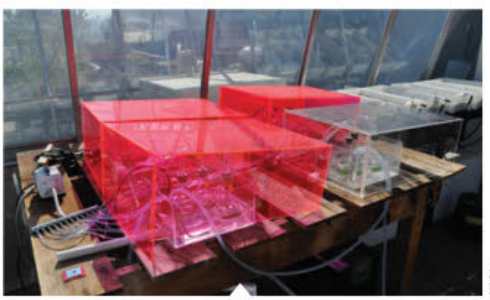
MÉDECINE. La visite chez le docteur sans se déplacer : c'est l'idée du « Health Care Support Chair » présenté par Sharp fin septembre *(photo)*. Ce prototype de fauteuil, destiné

AFP

aux particuliers, est doté de capteurs enregistrant la pression sanguine, le poids, la température, etc. et d'écrans de contrôle. Les données sont ensuite transmises par Internet au médecin qui pourra faire sa consultation à distance. **A. D.**

Des panneaux solaires qui trient les ondes lumineuses

ÉNERGIE. Une serre et des panneaux solaires à la fois. L'université de Californie, à Santa Cruz, a conçu un matériau transparent teinté d'un pigment rose-orange : le Wavelength Selective Photovoltaic System (WSPVs). Le pigment absorbe certaines longueurs d'onde (le vert et le bleu) et des bandes photovoltaïques attachées au plastique les captent pour les convertir en électricité. Cette énergie alimente les instruments de la serre (ventilation, ordinateurs). Avec les autres longueurs d'onde, que le pigment laisse passer, la structure joue son rôle de serre pour les plantes à l'intérieur. La Nasa s'intéresse au dispositif, dans l'optique de faire pousser des algues destinées à la production de biocarburant au cours de mission spatiales longues. **A. D.**



NASA

Le matériau rose-orange absorbe des longueurs d'onde transformées en électricité par des bandes photovoltaïques.

AVEC PLUS D'IMPÔTS ET MOINS DE RETRAITE, VOUS RISQUEZ DE VOUS SENTIR À L'ÉTROIT.

LES HAPPY HOURS

Il est temps d'agir avec les Happy Hours d'AXA,
un rendez-vous doublement gagnant avec votre conseiller AXA pour :

- ✓ réduire vos impôts jusqu'à -45 % dès aujourd'hui*
- ✓ profiter d'une meilleure retraite demain

Prenez rendez-vous avec un conseiller AXA, sur axa.fr ou en flashant ce code

Flashez et simulez
votre économie d'impôts.

réinventons / notre métier

AXA

* Par l'adhésion à un contrat PERP, Madelin ou Madelin Agricole. Déduction de vos cotisations dans les limites et conditions de la réglementation fiscale en vigueur au 1/09/2013.

High Tech

Les clés de la révolution numérique

Smartphones, tablettes, appareils photo, téléviseurs, jeux, drones... La high-tech est désormais incontournable. Pour vous aider à faire les bons choix, « Sciences et Avenir » a décrypté les éléments fondamentaux à connaître dans chaque gamme de produits. Plongée au cœur de l'innovation numérique.

PLAINPICTURE / PARROT / REA / SONY / GETTY IMAGES / SAMSUNG / PLAINPICTURE

Dossier réalisé par
Olivier Hertel (coordination), Henri-Pierre Penel,
Mathieu Nowak, Damien Hypolite et Erwan Lecomte
Illustrations : Florence Gendre

Cette fin d'année, au rayon high-tech, c'est à nouveau un véritable déluge d'innovations : smartphones, tablettes, appareils photo, téléviseurs ou home cinémas, toujours plus performants et avec encore plus de fonctionnalités. Un marché dopé en France, par les ventes de tablettes qui font un bond de 125 % au premier semestre 2013 selon une étude de l'institut GFK. À noter aussi, l'arrivée tonitruante des smartwatches, les montres « intelligentes », véritables écrans déportés pour smartphones. Autre événement majeur : les nouvelles versions des deux consoles de jeux déjà vendues à plus de 100 millions d'exemplaires, la Sony Playstation 4 et la Microsoft Xbox One. Pour Noël, les deux mastodontes vont donc s'affronter à coup de packs réunissant jeux et accessoires exclusifs.

LES NUMERIQUES

Notre sélection a été établie avec le site Les Numériques, qui a testé les produits en toute indépendance vis-à-vis des fabricants. Pour une lecture rapide, ces résultats sont traduits par une notation sous forme d'étoiles. www.lesnumeriques.com

Dans le domaine de la photo, les hybrides gagnent encore du terrain. Ces boîtiers compacts à objectifs interchangeables figureront probablement parmi les meilleures ventes. Leurs atouts : un encombrement réduit et une qualité d'image digne des reflex. Sur ces derniers, il faudra surveiller l'arrivée des grands capteurs, dits plein format, dans des gammes relativement économiques. Ces capteurs aux performances exceptionnelles étaient jusque-là réservés aux appareils professionnels. Beaucoup d'autres nouveautés sont à découvrir dans notre dossier de 23 pages. Mais pas de panique ! Pour vous aider à faire les bons choix, *Sciences et Avenir* a décrypté les éléments à connaître dans chaque gamme de produits pour évaluer sa qualité. Une sélection complétée par des essais de laboratoire réalisés par notre partenaire Les Numériques. ■ **O. H.**

SMARTPHONES p. 36 / **TABLETTES** p. 40 / **CASQUES AUDIO** p. 42 / **SMARTWATCH** p. 44 / **TÉLÉ HD** p. 46 / **HOME CINÉMA** p. 48
CONSOLES DE JEUX p. 50 / **APPAREILS PHOTO** p. 54 / **CAMÉRAS** p. 57 / **DRONES** p. 58 / **GADGETS** p. 60

SMARTPHONES

Les rois du nomadisme montent en puissance

Ces téléphones multimédias font tout… ou presque. En fonction de l'usage souhaité (musique, photo, jeu), certains détails techniques sont à privilégier.

ÉCRAN
Sa résolution, notamment en HD, est un des éléments de confort appréciable.

MÉMOIRE
16 à 64 Go de capacité de stockage sont nécessaires pour la photo et la vidéo.

NFC
Cette technologie permet d'échanger des données sans fil. Des applications de paiement sécurisé sont en développement.

PROCESSEUR
Tout est fonction des usages souhaités : un processeur moyen (800 MHz) suffira pour consulter ses mails ; un modèle plus puissant (2,2 GHz) est indispensable pour les jeux vidéo.

AUTONOMIE
Une batterie qui tient au moins une journée est un élément du choix d'un modèle.

SYSTÈME D'EXPLOITATION
Ce logiciel, aussi appelé OS (Operating System), gère les fonctions clés de l'appareil et sa bibliothèque d'applications.

900 000

C'est le nombre d'applications disponibles pour iPhone sur l'Apple Store. Pour Android, Google Play en revendique 1 million, tandis que Microsoft en propose un peu plus de 100 000 pour les Windows Phones.

En quelques années, le smartphone, ce « téléphone intelligent », a balayé le bon vieux mobile. En France, plus de 24 millions d'utilisateurs ont déjà succombé à ses charmes, toutes marques confondues. Il sert toujours à téléphoner, mais aussi à se connecter sur Internet, lire ses mails, etc. C'est également une console de jeux, un GPS, un appareil photo, un Caméscope… Son succès suit l'explosion des réseaux sociaux et la multiplication des applications pratiques ou ludiques, vite devenues indispensables. En moyenne, en 2013, chaque utilisateur aura chargé 26 applications sur son smartphone.

STOCKAGE

Le « cloud », à quoi ça sert ?

Stocker ses données dans des serveurs sur le Web, et non plus dans le disque dur de son appareil, permet de multiplier ses possibilités d'archivage et de partage.

Le concept du cloud se résume à une idée simple : l'utilisateur confie ses données à des « fermes » de serveurs informatiques sur le Web, sans savoir où elles se trouvent ni qui les gère. En échange, le « système » lui garantit qu'il peut y accéder en toute sécurité et à tout instant, où qu'il soit. Derrière ce principe se cache une notion d'archivage et de partage. L'utilisateur peut en effet accéder à ses données depuis n'importe quel appareil grâce à un jeu d'identifiants et de mots de passe, et partager certains documents avec des proches ou des collègues. L'intégralité des appareils que possède l'utilisateur — ordinateur, smartphone, tablette, etc. — peut aussi être automatiquement synchronisée et mis à jour. Pour attirer de nouveaux clients, de nombreux services cloud proposent un espace de stockage gratuit. Cependant, il reste assez limité. Pour plus d'espace de stockage, il faut s'acquitter d'un abonnement mensuel ou annuel. Enfin, le cloud inquiète. En jeu : la confidentialité des données stockées et confiées à une entreprise privée, même si leur stockage ainsi leur transmission sont intégralement encryptés. **H.-P. P.**

LA PUISSANCE DU PROCESSEUR

Véritable « moteur » du smartphone, le processeur en est la clé de voûte. Sa puissance de calcul est mise en avant par les constructeurs car elle affecte directement la réactivité de l'appareil. Plus le processeur est puissant, plus le smartphone répond rapidement aux sollicitations de l'écran tactile. Cependant, cette puissance de calcul doit être prise en compte selon les usages. Un processeur relativement peu performant (par exemple le Qualcomm MSM Snapdragon à 800 MHz du Galaxy Young de Samsung) offrira déjà une sensation de bonne réactivité si l'utilisateur consulte peu ses mails ou ne surfe pas sur Internet. En revanche, si l'utilisateur est un inconditionnel de jeux vidéo 3D, seul un processeur puissant (comme le Qualcomm MSM Snapdragon à 2,26 GHz du LG G2), si possible associé à un coprocesseur graphique, pourra lui donner entière satisfaction.

UNE FORTE CAPACITÉ MÉMOIRE

Ici encore, c'est l'usage qui va conditionner le choix de la capacité mémoire : de 8 gigaoctets (Go) pour un smartphone de base à 32, voire 64 Go pour les appareils les plus haut de gamme. Surfer sur Internet ou relever ses mails ne consomment quasiment pas de mémoire, sauf pièces jointes « lourdes ». De même, le stockage de la musique ne requiert qu'une quantité de mémoire raisonnable. Quelques

LG G2

Avec ce smartphone surpuissant doté d'un écran particulièrement bien mis en valeur, LG tient, pour cette fin d'année, un excellent terminal taillé pour un usage multimédia (jeux, vidéo, photo, surf). Il dispose en outre d'une très bonne autonomie.
À partir de 599 € en 16 Go
★★★★★

Acer Liquid S2

Un modèle grand format doté d'une caméra ultra-HD pour préparer le futur. En effet, l'offre de téléviseurs affichant une telle qualité d'image est encore limitée, et l'écran qui équipe ce terminal se limite à la HD conventionnelle, ce qui est déjà très bien. **549 €**
(non testé par Les Numériques)

Sony Xperia Z1

Ce modèle, sans surpasser la concurrence, se veut une intéressante alternative dans la catégorie des mobiles sous Android. La promesse d'un bond en avant en photo n'est pas vraiment tenue. Mais l'expérience reste agréable et satisfaisante, le tout dans un smartphone, certes imposant, mais réactif, puissant et bien fini. **699 €**
★★★★

gigaoctets permettent de stocker de nombreuses heures même en qualité proche du CD. En effet, dans ces conditions, une minute de musique représente environ 2,5 Mo, et 1 Go correspondra à environ six heures et trente minutes de musique. Une mémoire d'au moins 8 Go répondra à de tels usages. En revanche, les photos sont très gourmandes. Si l'appareil dispose d'un capteur haute résolution, chaque cliché peut monopoliser plusieurs mégaoctets, jusqu'à 12 Mo pour les définitions les plus élevées. Il faut donc prévoir une mémoire d'au moins 16 Go.

Enfin, la vidéo est la plus demandeuse d'espace mémoire, surtout si les tournages se font en haute définition (HD). Il en est de même des films stockés. Les cinéphiles devront donc opter pour une capacité mémoire maximale, un film en HD pouvant monopoliser jusqu'à 8 Go. Signalons toutefois que de plus en plus de smartphones possèdent un lecteur de cartes Micro SD, la solution idéale pour étendre la capacité mémoire de l'appareil jusqu'à 64 Go.

CHOISIR LE BON SYSTÈME D'EXPLOITATION Le système d'exploitation (OS, operating system) est un logiciel qui permet de centraliser toutes les fonctions du smartphone et de gérer les applications téléchargées. Trois OS se partagent le marché : iOS, Android et Windows Phone 8. Exclusivement destiné aux équipements Apple, iOS est réputé pour son ergonomie et l'« intuitivité » d'utilisation qu'il présente. Android, pour sa part, est ouvert à l'ensemble des constructeurs. Assez proche d'iOS dans sa présentation et son ergonomie, il domine le marché *(lire p. 36, en bas, à gauche)*. Windows Phone 8, plus récent, monte progressivement en puissance, et son ergonomie permettra aux inconditionnels du monde des PC de retrouver leurs repères.

Cependant, choisir un OS implique d'opter pour un environnement entièrement dédié. Ainsi, chacun dispose de son propre « magasin en ligne » pour télécharger des logiciels : App Store pour iOS, Google Play pour Android ou Windows Store pour Windows Phone 8. Or, chacun de ces magasins ne possède pas la même richesse de programmes en stock et ne pratique pas les mêmes tarifs. Il en est de même pour les accès au cloud, ce stockage dématérialisé *(lire l'encadré p. 37)*. iOS exploite iCloud, tandis qu'Android se connecte à Google Drive et Windows Phone 8 à SkyDrive.

UNE BONNE AUTONOMIE La batterie reste le talon d'Achille des smartphones. Alors que les mobiles « classiques » disposent d'une autonomie pouvant atteindre une dizaine de jours, celle des smartphones ne dépasse

MUTANT

La phablette, entre smartphone et tablette

Les phablettes sont des téléphones dotés d'un grand écran de 12 à 17 cm, et ce afin d'améliorer le confort de vision tout en tenant encore dans la main. Leur écran haute résolution, souvent Full-HD : 1920 x 1080 pixels, offre une qualité d'affichage des images, des vidéos ou des textes proche de celle d'une tablette tandis que l'appareil permet de passer, ou de recevoir, des appels téléphoniques, ce que ne fait pas cette dernière. Tous les fabricants disposent ou annoncent de un à trois modèles. Néanmoins, leur encombrement est supérieur à celui d'un smartphone, ce qui les rend moins pratiques.

RÉSEAU

La 4G pour surfer encore plus vite

Son débit très rapide, équivalent à celui de la fibre optique, vaut surtout pour la vidéo et le téléchargement.

Pour l'utilisateur, l'atout majeur de la 4G réside dans le débit qu'elle offre. En théorie, il peut atteindre jusqu'à 100 mégabits par seconde dès son ouverture, soit un débit équivalent à celui de la fibre optique et, sur la décennie à venir, il pourrait même atteindre 1000 mégabits par seconde (1Gb/s). Mais pour que ces débits soient réellement atteints dans la pratique, encore faut-il que les serveurs ayant pour mission de délivrer les données ne soient pas surchargés, encore moins saturés. À noter que pour dépouiller sa boîte mail, voire consulter des sites Internet conventionnels, la 4G ne présente guère d'intérêt, si ce n'est celui de voir la page s'afficher de manière quasi instantanée. En revanche de nouveaux services, notamment en vidéo à la demande (VOD) et en téléchargement, justifiant le débit extrême de la 4G, devraient rapidement voir le jour. **H.-P. P.**

Quelques exemples de comparaison des débits

	3G	3G+	4G
Applications 2 Mo	7,5 s	1,5 s	0,5 s
Album MP3 50 Mo	2 min 30 s	30 s	9 s
Vidéo 700 Mo	40 min	8 min	2 min 30 s

HENRY ORTEGA D

guère une journée. La palme de la fonction la plus vorace en énergie revient probablement au guidage GPS qui conduit la batterie à s'épuiser au bout de quelques heures d'utilisation. Une fonction à proscrire si aucun point de recharge ne se trouve à proximité.
Pour économiser l'énergie, il est conseillé de fermer systématiquement les applications non utilisées. En cas de nécessité, on peut aussi interrompre toutes les liaisons momentanément inutiles (Bluetooth et Wi-Fi) et, par l'intermédiaire du menu de configuration, cantonner l'appareil à l'accès aux réseaux GSM beaucoup moins gourmands que la 3G ou la 4G. Certes, dans ce cas, le smartphone se comporte comme un antique téléphone mais gagne énormément en autonomie.

LES ÉCRANS N'ONT PAS TOUS LA MÊME DÉFINITION La résolution des écrans varie, les conséquences ne se faisant pas uniquement ressentir lors du visionnage de photos ou de films. Les textes sont beaucoup plus lisibles sur un écran HD que sur un écran à la résolution modeste. Ils peuvent ainsi s'afficher en caractères plus petits tout en conservant une bonne lisibilité. Cette particularité permet, entre autres, d'avoir une vision plus globale d'une page Web sans avoir à zoomer ou se déplacer pour pouvoir en lire l'intégralité. La technologie de l'écran varie également entre Oled ou LCD (TFT, IPS, etc.) L'intérêt des Oled est d'offrir un excellent contraste, l'écran restant parfaitement lisible, même en plein soleil, ce qui n'est pas toujours le cas pour les LCD. Toutefois, ces derniers proposent souvent une définition plus élevée et une image virant moins rapidement vers le bleu.

LA NFC DE PLUS EN PLUS PRÉSENTE La technologie NFC (Near Field Communication, communication en champ proche) se répand, proposant d'échanger des données à très faible distance, quelques centimètres, par couplage magnétique. Elle permettra à terme des paiements sécurisés, en remplacement d'un ticket d'entrée par exemple. Pour l'heure, c'est surtout un élément de confort : il suffit d'approcher le smartphone d'un casque ou d'une enceinte Bluetooth pour qu'ils s'identifient mutuellement et valident la connexion. L'échange de cartes de visites électroniques peut aussi se faire en accolant deux smartphones.
En revanche, en raison de son faible débit, la NFC reste limitée au transfert d'une petite quantité de données, quelques centaines d'octets au plus. Il n'est donc pas prévu d'échanger des musiques, des images ou des films. Attention enfin au piratage, la NFC étant très vulnérable. Il faut donc désactiver cette fonction lorsque son utilisation n'est pas prévue, tout comme le Bluetooth d'ailleurs. ■ **Henri-Pierre Penel**

LE FLOP

BlackBerry n'a pas séduit le grand public

Bien que pionnière en matière de smartphone, la société canadienne RIM, conceptrice du BlackBerry, n'a pas su répondre aux attentes du grand public. Si son système d'exploitation (OS) a été très largement plébiscité dans le monde professionnel, il n'a pas réussi à s'ouvrir aux réseaux sociaux tels que Tweeter ou Facebook. L'avenir du constructeur canadien est donc incertain. Pour rappel, en 2008, BlackBerry occupait la deuxième place sur le marché des smartphones, devant... Apple.

Asus
FonePad

Ce modèle d'Asus nous a conquis par son bel écran et un comportement exemplaire au sein d'Android. Et quelle autonomie ! Difficile malheureusement de mettre la note maximale à un produit dont la fonction téléphonie, tant mise en avant, a bien du mal à se mettre en valeur et dont le processeur empêche de pleinement profiter de l'offre logicielle d'Android.
219 €
★★★★

Huawei
Ascend P2

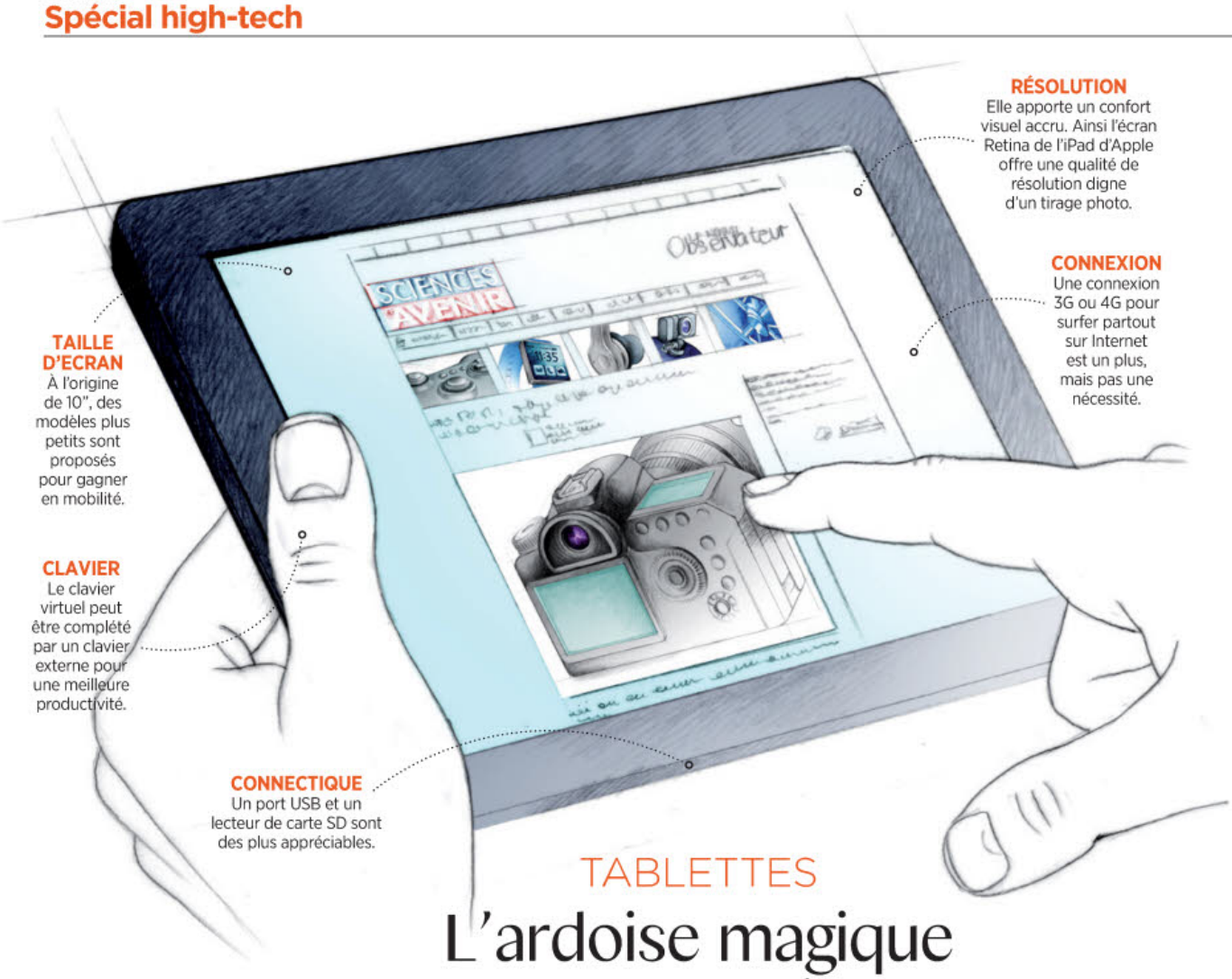
Ce smartphone compatible 4G propose de surfer à la vitesse de l'éclair. Les performances globales sont correctes, sans être exceptionnelles, tout comme l'affichage ou l'appareil photo.
369 € (non testé par Les Numériques)

Iphone
5S

Ici, ni grand écran HD, ni puce NFC, et pas de capteur photo qui fait dans la surenchère de pixels, mais un smartphone élégant, léger, compact et rapide, basé sur un système stable, relié à un riche système applicatif, et doué en photo. On regrette l'indice DAS (mesurant le niveau de radiofréquences émis par le portable) si élevé, plus élevé encore que celui du n° 5 d'Apple...
699 €
★★★★★

Samsung
Galaxy Note 3

Belle évolution du Galaxy Note, cette nouvelle version vaut surtout pour le bond en avant réalisé par la saisie au stylet et la reconnaissance d'écriture quasi instantanée, grâce à un processeur survolté. Un smartphone géant capable de tenir deux journées entières de travail sans pour autant se restreindre à quelques usages.
749 €
★★★★★



TABLETTES

L'ardoise magique se généralise

L'offre ne cesse de s'étoffer. Des accessoires utiles, comme des claviers physiques, viennent compléter ces tablettes qui concurrencent férocement les ordinateurs portables.

Qui se souvient encore du Newton MessagePad 100 que présentait Apple en... 1993 ? C'était pourtant la première tablette. Trop en avance, manque de maturité de la technologie, le produit fit long feu. Il a fallu attendre le 27 janvier 2010 pour que Steve Jobs dévoile l'iPad lors d'une de ses célèbres « keynotes », ces événements consacrés au lancement de produits entourés d'un secret très étudié. Le succès fut immédiat : 3 millions d'unités vendues en 80 jours. Un nouveau concept et d'autres habitudes d'accès à l'information étaient nés. Un succès qui se confirme : en France, en 2013, plus de 6 millions de tablettes, toutes tailles confondues, devraient être vendues à un prix unitaire moyen de 264 € (source GFK).

UNE PLUS GRANDE RÉSOLUTION La définition de l'écran des modèles de nouvelle génération a fait d'énormes progrès avec l'apparition des écrans dits Retina d'Apple : l'image possède la qualité de restitution d'un tirage photo, ce qui améliore sensiblement la lecture des textes, avec un contour des caractères beaucoup plus net. Pour cela, sur un iPad de 3e ou 4e génération, l'écran compte 2048 x 1536 pixels, soit une résolution de 264 pixels par pouce quand un tirage photo de haute qualité atteint une résolution de 300 pixels par pouce. Une résolution élevée est pourtant un critère de choix assez sub-

8, 16 ou 32 Go

Quelle capacité mémoire choisir ? Pour les usages courants, comme surfer sur le Web ou consulter ses mails, 8 Go suffisent largement. En revanche, stocker des films nécessite une mémoire importante, 32 Go par exemple.

jectif. À plus faible résolution, les textes sont toujours lisibles, les images toujours regardables, mais avec un confort de vision moindre. Aussi les définitions les plus hautes constituent-elles un luxe pas toujours indispensable.

DEUX TAILLES D'ÉCRAN Fruits de l'éternel compromis à faire entre encombrement et confort de vision, deux dimensions d'écran sont proposées : 10 pouces (25 cm de diagonale) et 7" (18 cm) — voire 8" (20,3 cm) pour l'iPad mini et certaines autres tablettes qui ont opté pour ce format « intermédiaire ». Cependant l'accroissement de la résolution tend à niveler les écarts.
De nombreux petits écrans disposent en effet d'une définition identique, voire supérieure à certains écrans 10". Il suffit donc de les regarder d'un peu plus près pour obtenir la même sensation de taille d'image et de confort de vision qu'avec leurs grands frères. La nouvelle Nexus 7 (7") issue de la collaboration d'Asus et de Google, affiche ainsi une définition Full-HD de 1920 x 1200 pixels. Pour un usage nomade, ces petites tablettes sont donc parfaites.

UNE CONNECTIQUE COMPLÈTE C'est le point faible de bien des tablettes. Il n'est pas rare que, hormis une prise casque, seule une prise micro USB soit présente. Celle-ci sert à recharger la tablette ou à la connecter à un ordinateur. Mais elle sera insuffisante pour utiliser une clé USB, brancher un appareil photo ou relier la tablette à un téléviseur afin de visionner des films de sa bibliothèque. Pour cela, il faudra recourir à un adaptateur optionnel. D'autres disposent d'une prise HDMI (la norme de haute définition des télés), d'un lecteur de cartes SD, etc. Cette dernière option est très appréciable pour accroître la capacité mémoire de la tablette jusqu'à 64 Go.

WI-FI OU 3G ? Si toutes les tablettes sont équipées du Wi-Fi, certaines se déclinent en version 3G — et bientôt 4G — sans pour autant pouvoir se transformer en téléphone. Elles peuvent cependant se connecter à Internet par l'intermédiaire du réseau de téléphonie mobile, où que l'on se trouve. C'est donc une solution ultime pour les accros au nomadisme. Les autres peuvent largement se contenter du Wi-Fi, d'autant que tout smartphone peut servir d'intermédiaire pour connecter sa tablette au réseau 3G.

L'INTÉRÊT DU CLAVIER EXTERNE La frappe de texte par l'intermédiaire du clavier virtuel affiché sur l'écran tactile peut désorienter. Si taper quelques lignes pour répondre à un mail ne pose guère de problème, l'exercice devient fastidieux si la tablette doit se substituer à un ordinateur portable. Il faut alors opter pour un clavier. Certains modèles disposent de cet accessoire en série. Pour les autres, une multitude de housses de protection intégrant un clavier est proposée. Ce dernier se connecte très simplement en Bluetooth. Il faut simplement veiller à le recharger régulièrement. ■ **H.-P. P.**

LE FLOP

Les NetBooks sombrent

Ces petits ordinateurs portables peu puissants dotés d'un écran 11 pouces (28 cm) et vendus de 200 à 300 € disparaissent face à la concurrence des tablettes. Plus légères et moins encombrantes, celles-ci offrent une prestation supérieure pour un budget comparable.

HP Slate 7

En l'état, la Slate 7 est surtout un modèle peu onéreux qui apparaît presque trop coûteux lorsque l'on voit ce que peut faire la concurrence pour quelques euros de plus. Mieux vaut tenter de mettre la main sur la première Nexus 7.
149 €
★★

Acer Aspire P3

L'Acer Aspire P3 possède des atouts intéressants, comme un écran correct, une puissance satisfaisante et une sortie audio de qualité. Toutefois, la construction de l'ensemble le rend difficile à utiliser dans les mêmes conditions qu'un PC portable. En cause, le manque de connectique, l'absence de touchpad et le clavier moyen. La légèreté aurait pu être un avantage, mais l'ensemble avec clavier pèse plus que les ordinateurs portables de 13 " les plus légers.
699 €
★★★

Samsung Galaxy Tab 3

Samsung poursuit son bonhomme de chemin sur sa tablette à écran 10,1 ", sans rien révolutionner. Le design gagne en élégance, l'autonomie prend le dessus, mais il manque une sérieuse montée en gamme, comme un écran Full-HD. Ce modèle se limite finalement à occuper sérieusement le créneau des produits inférieurs à 400 €.
379 €
★★★★

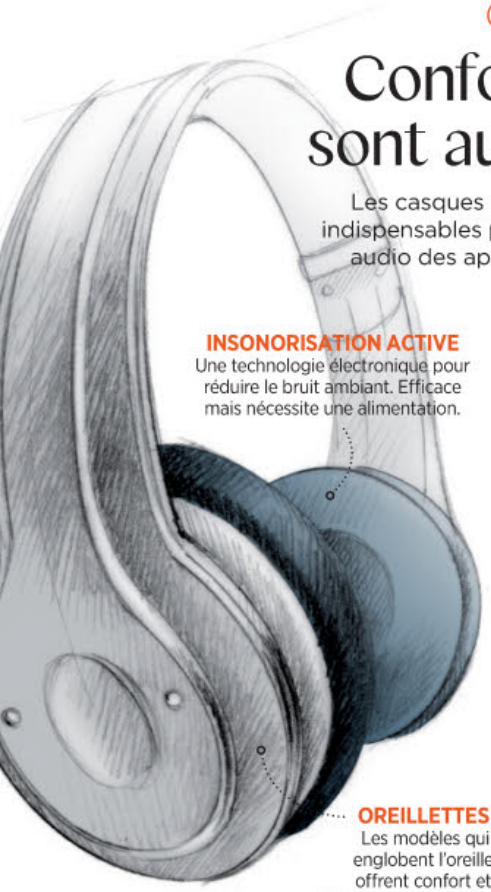
Asus-Google Nexus 7

Élégante, réactive, douée dans tout ce qu'elle fait ou presque (la photo, secondaire ici), cette Nexus 7 est un produit presque parfait qui gagnerait à inclure un port de microSD. Dommage aussi que l'on perde 15 % d'autonomie, mais le résultat n'est pas rédhibitoire. Une nouvelle référence en matière de taille d'écran de 7 ".
229 €
★★★★★

CASQUES

Confort et qualité sont au rendez-vous

Les casques sont devenus des accessoires indispensables pour profiter des fonctionnalités audio des appareils numériques portables.



C'EST UNE ÉVIDENCE : les casques ou les écouteurs fournis d'origine avec les baladeurs et les smartphones sont de piètre qualité. Ce constat fait le bonheur des constructeurs spécialisés qui voient leurs ventes s'envoler.

FORMES DES ÉCOUTEURS Trois types d'appareils sont commercialisés, avec pour chacun des formes très différentes. Les casques circum-auriculaires englobent totalement le pavillon de l'oreille et leurs coussinets viennent prendre appui sur la boîte crânienne. Ils sont donc plus confortables. Par ailleurs l'insonorisation vis-à-vis des bruits extérieurs est bonne : un vrai plus dans les transports en commun. Enfin la dimension imposante des oreillettes permet de les équiper de larges transducteurs, des mini-haut-parleurs. Ces dispositifs restituent ainsi les graves les plus profonds. Leur seul défaut réside dans leur taille. Les casques supra-auriculaires moins encombrants, viennent s'appuyer sur la périphérie du pavillon de l'oreille. Le confort et l'isolation aux bruits extérieurs sont moins bons. Leurs transducteurs, moins généreux, grèvent parfois la restitution des graves les plus extrêmes.
Enfin, les casques intra-auriculaires sont une bonne alternative. Ils s'insèrent directement dans le conduit auditif avec des embouts de différentes tailles pour assurer une étanchéité parfaite. Qualité sonore et isolation sont alors de très bon niveau.

RÉDUIRE LES BRUITS EXTÉRIEURS L'insonorisation active se révèle très efficace pour éliminer les bruits les plus sourds (trajets en avion, en train, etc.). Cette technologie se base sur un dispositif électronique actif chargé d'annuler les bruits ambiants. Il faut donc une alimentation (pile ou batterie) sans laquelle le système ne fonctionne plus. Pis, certains modèles sont totalement inopérants sans cette alimentation. ■ **H.-P. P.**

Parot Zik

Le Zik se veut un objet branché. Un comble pour un casque sans fil ! Le rendu sonore et les commandes tactiles sont les points forts de ce modèle. Cependant, la réduction de bruit n'est pas optimale et les oreilles chauffent un peu trop vite. **Prix : 349 €** ★★★★

Campus Harlem

La restitution est musclée chaude et profonde grâce aux transducteurs de 50 mm qui équipent le Campus Harlem. Son câble torsadé anti-« chignon », dispose d'une mini-télécommande avec micro pour piloter sa liste de lecture et prendre ou passer des appels téléphoniques.
69,90 € (non testé par Les Numériques)

Bose QC 20i

Accessibles, y compris à ceux qui ne supportent pas les intras-auriculaires traditionnels, le QC20i impose une nouvelle fois Bose en très grand spécialiste de la réduction de bruit active. Confort, isolation, fonctionnement en actif et passif, difficile de faire un reproche à ce modèle.
299,95 € ★★★★★

Sennheiser Momentum

Quand Sennheiser s'attaque au look de ses casques, ça donne un modèle franchement dans l'air du temps. Comble du bonheur, il fonctionne très bien sur le plan audio.
299 €
★★★★★

À VOUS D'ALLER PLUS LOIN

Jusqu'à **300 € remboursés** + **25 € de Bonus****

Partagez la magie de Noël avec Canon, et profitez d'offres exceptionnelles jusqu'au 20 janvier 2014

you can*

Canon

Pour obtenir votre remboursement, rendez-vous sur www.canon.fr/avousdallerplusloin

CANON France - SIREN 738 205 269 – RCS Nanterre. * Bien sûr, vous pouvez. ** Achetez 2 produits différents et bénéficiez des 2 remboursements + un bonus supplémentaire de 25€.

COMMUNICATION
La possibilité de répondre à un appel sans avoir à sortir le téléphone de sa poche.

AUTONOMIE
Elle doit être de plusieurs jours, ce qui n'est pas toujours le cas.

ÉCRAN TACTILE
Pratique pour activer les fonctions du smartphone.

MONTRES INTELLIGENTES

Poignet numérique

La « smartwatch », ou montre intelligente, déporte certaines fonctions du smartphone vers un bracelet fixé au poignet. Un objet séduisant mais pas encore abouti...

C'EST LE « BUZZ » DU MOMENT : la montre intelligente, un gadget connecté au smartphone qui, en plus de donner l'heure, permet de consulter ses mails, ses SMS, télécharger des applis, voire prendre des photos, filmer etc. Sony avait ouvert le bal l'an dernier avec sa Smartwach compatible avec le système d'exploitation Android, un premier modèle qui n'avait pas passionné les foules. Le groupe japonais espère se rattraper avec la deuxième version qui vient de sortir, suivie quelques semaines plus tard par Samsung et sa Gear. Mais dans les deux cas... c'est la déception ! Le modèle de Sony, qui bénéficie d'un design élégant, manque de fonctionnalités. Il est par exemple impossible de répondre à un appel si l'on n'a pas à ce moment-là un casque Bluetooth sur les oreilles. La réception de SMS et de mails est frustrante, puisqu'il faut utiliser son smartphone pour pouvoir répondre. Quant à la Gear de Samsung, elle ne fonctionne qu'avec un seul modèle de smartphone. Autre point faible, l'autonomie : une journée à peine ! Enfin, elles disposent de peu d'applications. De quoi s'interroger sur l'intérêt de ces montres qui ne sont en fait que des écrans secondaires de smartphones devenus trop gros pour rester dans nos poches ! Certains se rabattront sur la Pebble créée par une start-up américaine. Plus simple, plus économique, elle est dotée d'une autonomie plus grande. Si ce n'est pas elle qui remporte la mise, alors ce sera peut-être la très attendue iWatch d'Apple, dont les aficionados de la marque espèrent une révolution, ou un modèle à venir de Google... Sans cette rupture annoncée, la montre intelligente tombera dans la liste des flops technologiques de la décennie. ■ **Olivier Hertel**

Samsung Gear

Le plus de ce modèle : répondre à un appel directement sur la montre. Un gadget étonnant : un mini-objectif dans le bracelet permet de prendre des photos et de filmer en toute discrétion... Gros handicap de la Gear : elle est chère et ne fonctionne, pour l'instant, qu'avec le haut de gamme des smartphones Samsung. **299 €**

Sony Smartwatch 2

Son design, sa finesse et une autonomie correcte (environ trois jours) peuvent séduire. Mais son utilisation est souvent frustrante. **189 €**

Pebble Watch

Son écran non tactile et monochrome utilise, comme les liseuses, de l'encre électronique, ce qui lui confère une grande autonomie (plus de sept jours). Elle est compatible avec les systèmes d'exploitation iOS et Android. **150 €**

GRUNDIG

QUAND LA QUALITÉ VISUELLE RENCONTRE LA PURETÉ SONORE

UN SON AUSSI ÉPOUSTOUFLANT QUE L'IMAGE.

Gamme Vision 9, le parfait mariage du son et de l'image.
Les téléviseurs Vision 9 LED full HD 1080p utilisent les dernières innovations telles que le traitement vidéo de 400 Hz PPR pour une qualité d'image éclatante.
Ils offrent aussi la SMART Inter@ctive TV avec un accès direct à Internet via le WiFi et un navigateur intégré, un tuner câble et satellite, ainsi que la 3D passive.
La série Vision 9 VLE9372 est une des seules gammes équipées d'un puissant caisson de basse pour une immersion sonore totale comme au cinéma, parce que pour Grundig la plus belle des images doit être accompagnée de la meilleure qualité de son.
Enfin, Grundig a développé des accessoires qui vont vite devenir essentiels dans votre vie : une télécommande vocale multifonction pour piloter par la voix votre TV et naviguer sur Internet, une caméra Baby Watch pour veiller sur votre enfant et une caméra Skype pour communiquer sur grand écran.

A QUALITÉ SONORE EXCEPTIONNELLE, DESIGN EXCEPTIONNEL.

Objets de design aussi agréables à écouter qu'à regarder.
Reconnue pour son savoir-faire dans l'univers du son, Grundig apporte autant de soin à la conception qu'aux finitions élégantes de ses produits. Avec leur design néo-rétro et leur son exceptionnel, les radios, microchaînes, enceintes ou stations d'accueil Grundig vous permettront de partager instantanément, en Bluetooth®, les musiques stockées sur votre mobile ou votre tablette, où que vous soyez.

1. Télécommande vocale / 2. Caméra Baby Watch / 3. Caméra Skype® /
4. Microchaîne / 5. Station d'accueil iPhone / 6. Radio numérique / 7. Enceinte nomade

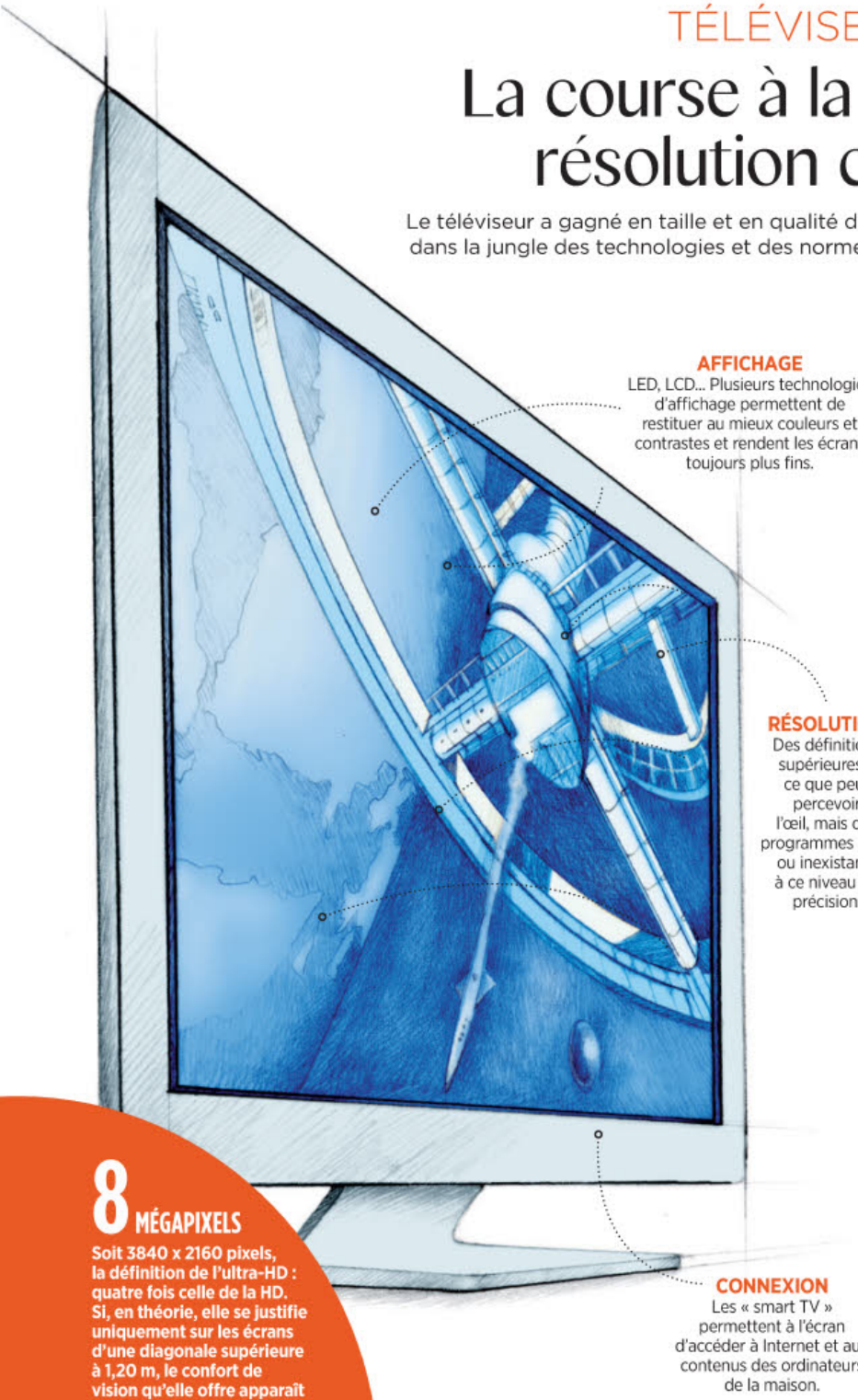
Retrouvez toutes ces nouveautés sur grundig.fr

FOR A GOOD REASON
GRUNDIG
* pour toutes les bonnes raisons

TÉLÉVISEURS

La course à la très haute résolution continue

Le téléviseur a gagné en taille et en qualité d'image. Mais comment s'y retrouver dans la jungle des technologies et des normes ? Voici les points clés à surveiller.



AFFICHAGE
LED, LCD... Plusieurs technologies d'affichage permettent de restituer au mieux couleurs et contrastes et rendent les écrans toujours plus fins.

RÉSOLUTION
Des définitions supérieures à ce que peut percevoir l'œil, mais des programmes rares ou inexistants à ce niveau de précision.

CONNEXION
Les « smart TV » permettent à l'écran d'accéder à Internet et aux contenus des ordinateurs de la maison.

8 MÉGAPIXELS
Soit 3840 x 2160 pixels, la définition de l'ultra-HD : quatre fois celle de la HD. Si, en théorie, elle se justifie uniquement sur les écrans d'une diagonale supérieure à 1,20 m, le confort de vision qu'elle offre apparaît dès des tailles inférieures.

Depuis l'apparition des écrans plats et la baisse des prix, la taille des téléviseurs n'a cessé de croître jusqu'à dépasser 2 mètres. Pour préserver le confort de vision, les 625 lignes de l'écran analogique se sont rapidement révélés insuffisants : les lignes devenaient gênantes dès que l'image était vue de trop près ou que la taille d'écran augmentait. La haute définition (HD) a donc fait son apparition en 2006 pour proposer une image beaucoup mieux définie comptant 1920 x 1080 pixels, et pour répondre encore à l'accroissement des diagonales d'image, l'ultra-HD arrive.

DES TECHNOLOGIES D'AFFICHAGE TRÈS VARIÉES Trois grandes familles s'affrontent, le LCD, le plasma et l'Oled.
L'écran LCD (liquid crystal display) est rétroéclairé par un jeu de tubes fluorescents, dispositif maintenant réservée aux téléviseurs d'entrée de gamme, l'encombrement des tubes ne permettant pas de réaliser des écrans ultra-plats. Mais le rétroéclairage des écrans a connu une évolution majeure, le LED. Les tubes fluorescents sont remplacés par des LED (diodes électroluminescentes) blanches disposées sur toute la périphérie de l'écran. Un diffuseur optique répartit leur lumière de manière uniforme sur l'ensemble de la surface. Cette configuration permet de confectionner des écrans d'environ 1 cm d'épaisseur. Autre évolution, le

Full LED. Cette fois, les LED ne sont plus en périphérie de l'écran mais réparties en damier sur l'ensemble de sa surface. Il est possible de gérer la luminosité de chacune d'elles indépendamment. La technologie plasma est fondamentalement différente du LCD. Chaque pixel se compose d'un triplet (rouge, vert, bleu) de microscopiques tubes fluorescents. L'avantage du système est la profondeur des noirs qu'il offre ainsi que son respect des couleurs, très apprécié des cinéphiles. En revanche, les écrans sont moins lumineux que les LCD.
Enfin, la technologie des écrans Oled met à contribution des LED organiques (d'où le « O » de son nom), au niveau de chaque pixel. Elle offre une qualité de contraste identique à celle du plasma, des couleurs vives et permet la réalisation d'écrans ultraplats de 3 mm d'épaisseur seulement. Cependant ces appareils sont encore très coûteux, de 4500 à 8000 €.

UNE RÉSOLUTION AFFINÉE Sur les petits écrans, jusqu'à 80 cm de diagonale, la très haute définition ne se justifie pas, sauf s'ils sont regardés de très près, à moins de 2 mètres. Beaucoup de téléviseurs premiers prix s'annoncent donc simplement HD avec une résolution de 1280 x 720 pixels, ce qui est déjà très acceptable. La « véritable » HD, baptisée Full HD, compte pour sa part 1920 x 1080 pixels. Mais une définition quatre fois supérieure arrive : baptisée ultra-HD ou parfois Quad-HD elle est proposée sur les téléviseurs haut de gamme. Problème : aucune source (chaîne de TV ou disques Blu-ray) n'est encore capable de proposer des vidéos avec une telle définition ! Les téléviseurs ultra-HD extrapolent donc des pixels pour afficher leur image.

SMART TV : TOUJOURS PLUS DE SERVICES La smart TV est un téléviseur capable de se connecter au réseau domestique, soit par l'intermédiaire de son entrée Ethernet, soit en Wi-Fi. Dès lors, il peut accéder aux contenus vidéo stockés dans les ordinateurs familiaux. On parle souvent de compatibilité DLNA (Digital Living Network Alliance), un standard défini et normalisé par une alliance entre plusieurs constructeurs *(voir pages suivantes)*.
Par ailleurs, la Smart TV exploite aussi le réseau domestique comme passerelle pour accéder à Internet. Elle peut ainsi se connecter directement à YouTube, accéder à des réseaux sociaux, voire proposer des services de vidéo à la demande ou de rattrapage pour peu que des accords commerciaux aient été signés entre le constructeur du téléviseur et un bouquet de services. Cependant, en France, les services qu'offrent les smart TV sont concurrencés par ceux que proposent déjà les box des fournisseurs d'accès : Freebox, Neufbox, etc. Leur succès reste donc mitigé, ce qui n'est pas le cas dans d'autres pays européens, où le fournisseur d'accès ne procure à ses abonnés qu'un simple modem. ■ **H.-P. P.**

LE FLOP

L'affichage 3D ne crève pas l'écran

Elle devait devenir incontournable, mais pénalisée par le port obligatoire de lunettes et faute de contenus réellement intéressants, la 3D n'a pas eu le succès escompté. Même si beaucoup de téléviseurs actuels sont compatibles 3D, voire livrés avec des lunettes, ce n'est plus guère un argument de vente. Seule consolation : les modèles 3D, conçus à partir des écrans les plus récents, restent d'excellents téléviseurs 2D.

Panasonic VT60

Les nombreuses qualités du plasma couplées au savoir-faire de Panasonic en font encore une fois le téléviseur pour les amateurs et passionnés de home cinéma.
2199 € en 50"
★★★★★

LG 55EA980V

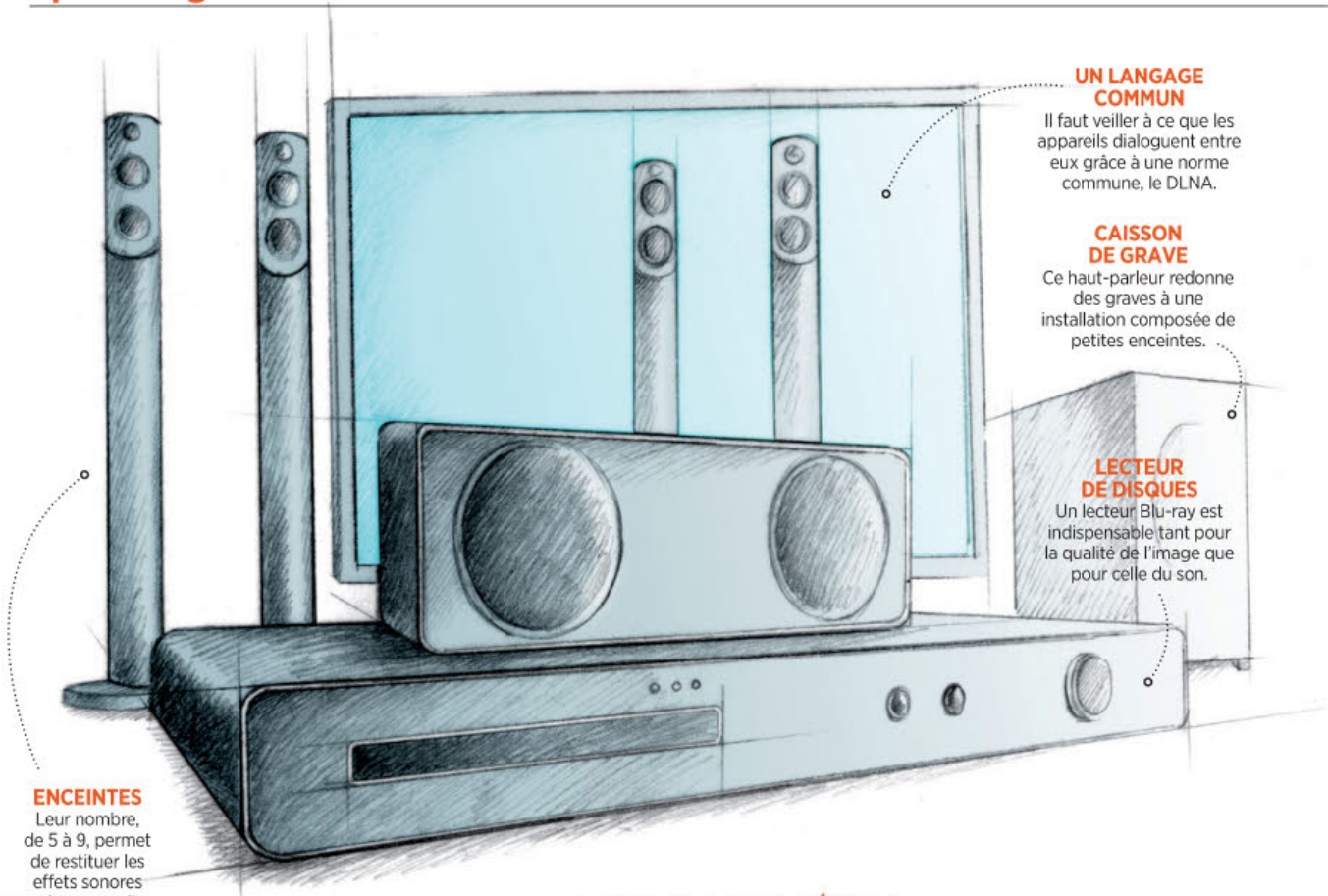
Vitrine technologique de la marque LG, ce téléviseur met à contribution la technologie Oled. Elle autorise la réalisation d'écrans incurvés pour une sensation Cinémascope.
8999 € (non testé par Les Numériques)

Samsung F8000

Nul doute que ce modèle bénéficie de l'équipement le plus complet du marché : recommandation de programmes efficace, pilotage par les gestes et par la voix plutôt bien géré. En revanche, côté image, c'est décevant. Il lui manque un noir plus profond et des angles de vision plus ouverts.
1600 € en 40"
★★★★

TCL Color Line

Disponibles en trois tailles, 48 cm, 61 cm, et 66 cm, ces petits téléviseurs sont parfaits en tant qu'écrans d'appoint dans une chambre par exemple. Petit plus, en dépit de leur prix serré, il suffit de connecter une clé, ou un disque dur externe, sur leur port USB pour qu'ils assurent la fonction de magnétoscope numérique.
149 € en 19" (48 cm) (non testé par Les Numériques)



HOME CINÉMA

Le grand spectacle passe aussi par le son

Les systèmes de home cinéma fournissent un environnement sonore de qualité qui vient compléter l'image haute définition du téléviseur.

SI LES TÉLÉVISEURS ACTUELS sont capables de délivrer des images de très haute qualité, le son est à la traîne en raison de haut-parleurs trop petits, incapables de restituer les graves. Les éléments de home cinéma sont donc conçus pour combler cette lacune et ce pour des salons « normaux » d'environ 20 à 30 m². Inspirés des installations des salles de cinéma, ils combinent jusqu'à 11 enceintes. Plusieurs solutions existent, la plupart se faisant au détriment de la décoration en raison de l'encombrement du matériel ! Les constructeurs tentent d'imaginer des alternatives pour associer design et immersion sonore.

COMBIEN D'ENCEINTES ? Les home cinémas doivent s'adapter à la vision de films sur DVD ou Blu-ray, la bande-son de ces derniers comportant au minimum 5 canaux, plus un « canal de renfort » des graves. En théorie, pour restituer un environnement sonore dit *surround* (immersion), l'installation doit compter au minimum 5 enceintes plus un caisson de grave. La liste comporte donc : une enceinte dite voie centrale, à loger sous le téléviseur, qui restitue les dialogues. Deux autres, frontales, à placer de part et d'autre de l'écran, restituent la stéréophonie. Les deux dernières, dites satellites, prennent place de part et d'autre du canapé où s'installent les spectateurs, pour restituer les sons

1000 WATTS

C'est la puissance annoncée pour certains home cinémas. Cette valeur, arithmétiquement exacte, est la somme des puissances que peut délivrer chaque canal. Mais ces puissances ne s'additionnent pas !

d'ambiances (bruits de rue, etc.). Enfin, le caisson de grave vient donner l'ampleur des graves qui manque aux enceintes. On parle alors d'une configuration 5.1.
Pour une sensation sonore encore plus riche, les constructeurs ont progressivement ajouté des canaux. Première évolution : le 7.2. Ici, deux enceintes arrière s'ajoutent pour restituer des sons censés venir... de l'arrière. Et pour plus d'efficacité dans les graves, deux caissons de basses sont mis en œuvre. Le 9.2 ajoute à cette configuration deux enceintes au-dessus de l'écran, destinées à la restitution des bruits d'avion, d'hélicoptère ou de tout autre objet volant... Une installation encombrante qui nécessite une pièce réservée à cet usage.

LE CAISSON DE GRAVE Plus les enceintes choisies sont petites (10 à 25 cm de haut), plus le caisson de grave s'impose. En revanche, si l'installation est équipée d'enceintes stéréophoniques frontales assez volumineuses, le caisson n'est pas indispensable. Dans ce cas, il faut le spécifier lors des réglages initiaux de l'amplificateur afin que les graves soient répercutés directement dans les enceintes stéréophoniques.

LA BARRE DE SON, UNE SOLUTION INTERMÉDIAIRE Pour diminuer l'encombrement, certaines solutions, comme les barres de son ou les projecteurs de son, proposent de simuler plusieurs enceintes en une seule. Pour ce faire, un traitement numérique spécifique fait croire à l'auditeur que les sons proviennent d'enceintes réparties aux quatre coins de la pièce, alors que celles-ci n'existent pas. Un groupe de haut-parleurs logé dans un seul boîtier à placer sous l'écran suffit alors pour restituer l'ambiance. Si le résultat est assez plaisant, il n'est pas toujours aussi réaliste que celui d'un véritable système multi-enceinte.

INDISPENSABLE LECTEUR BLU-RAY Dès que la diagonale de l'écran de télévision dépasse les 90 cm (37"), un lecteur Blu-ray est indispensable pour bénéficier, non seulement d'une meilleure image, mais aussi d'un meilleur son. Dans ce cas, le home cinéma s'impose.

LE DLNA, UN LANGAGE COMMUN Les ordinateurs familiaux, tablettes, voire smartphones sont de plus en plus utilisés pour stocker des films et des musiques. Or, la piètre qualité de leur son ne permet pas d'exploiter ces contenus correctement. Le DLNA (Digital Living Network Alliance) est une norme établie conjointement par plus de 240 constructeurs, commune aux différents équipements. Elle permet ainsi à un téléviseur et un système home cinéma d'exploiter directement les contenus d'une tablette ou d'un ordinateur, par l'intermédiaire d'une connexion par câble ou par Wi-Fi. Il faut donc veiller à ce que tous les appareils choisis soient bien compatibles DLNA. ■ **H.-P. P.**

LE FLOP

Les chaînes stéréo en perte de vitesse

Pris en étau entre les systèmes de home cinéma et les stations d'accueil — composées d'une unique enceinte —, de plus en plus performantes, les amplificateurs stéréophoniques conventionnels, c'est-à-dire les chaînes hi-fi, marquent le pas. Seuls les puristes et inconditionnels les apprécient : des équipements souvent haut de gamme, permettant les restitutions les plus subtiles. Le prix n'a alors pour limite que l'imagination des constructeurs, certaines configurations dépassant le million d'euros !

Denon
AVR-4520

Un amplificateur à réserver aux passionnés. Ses 9 canaux capables de délivrer jusqu'à 190 W chacun recréeront sans souci les ambiances sonores les plus apocalyptiques. Reste que, pour l'exploiter pleinement, il faudra lui adjoindre 9 enceintes plus un caisson de grave. Un budget important est donc à prévoir.
2790 €

Onkyo
LS-B50

Cette barre de son se fixe sous le téléviseur. Son processeur interne crée un son 3D afin de simuler une ambiance sonore enveloppante. Pour cela, 8 haut-parleurs, dont deux « tweeters » pour l'aigu, sont répartis derrière sa façade. Un caisson de grave indépendant, à loger en coin de pièce, vient assister la barre de son dans la restitution de l'extrême grave et des effets spéciaux.
549 €

Yamaha
YSP1400

Yamaha dispose d'un savoir-faire incomparable en matière de projecteur de son. Grâce à ses multiples haut-parleurs internes, le YSP1400 crée des faisceaux sonores directifs qui, par réflexion sur les murs, créent de véritables enceintes virtuelles : le son semble provenir de sources qui n'existent pas. Ce projecteur de son restitue ainsi 5 canaux virtuels de manière très convaincante.
450 €

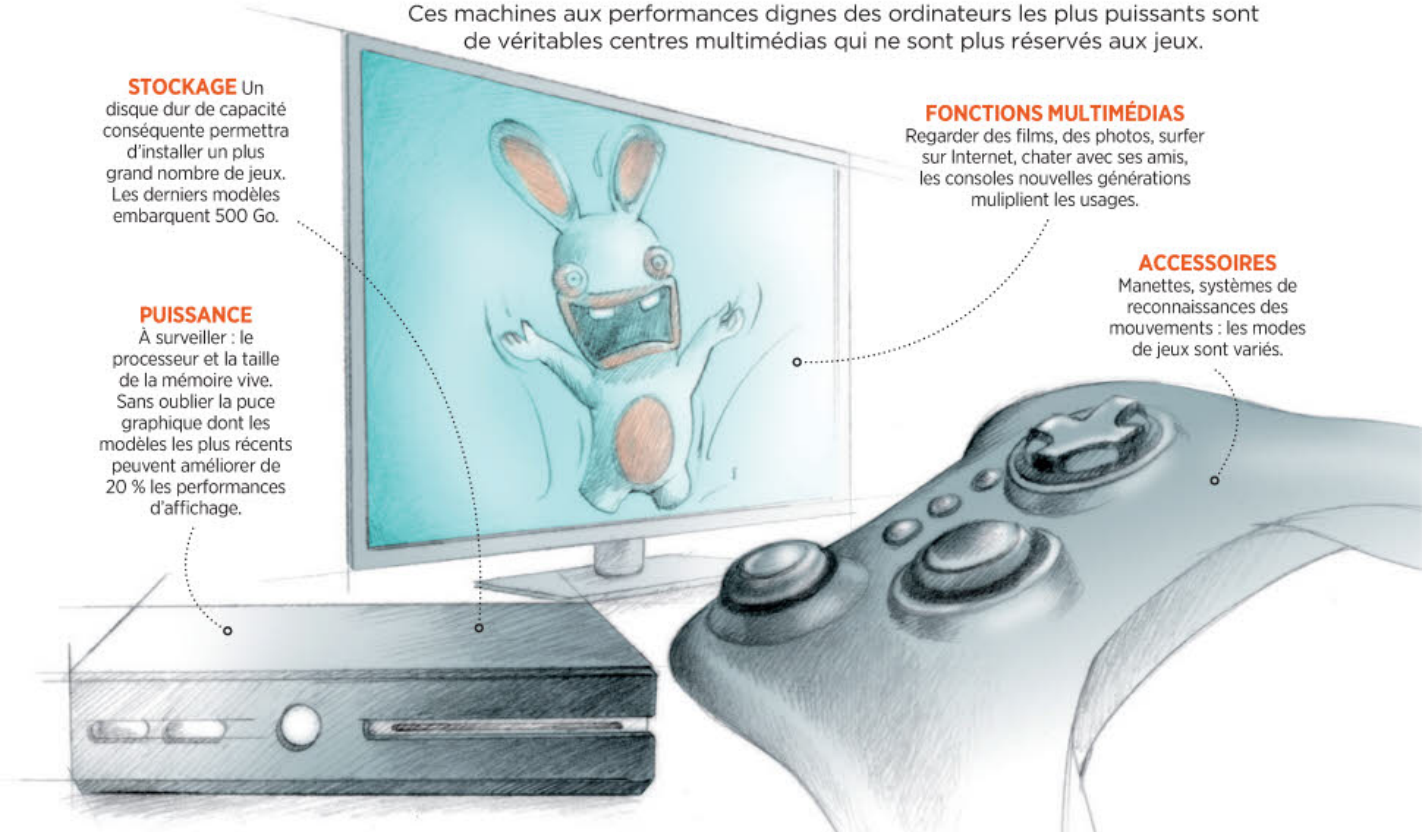
LG
Sound Plate
LAP340

Ce boîtier de 35 mm d'épaisseur seulement vient se glisser sous le socle du téléviseur pour lui offrir un son de bonne qualité. Pour cela, quatre haut-parleurs, servant à la restitution des dialogues et des bruits d'ambiance, prennent place derrière sa façade tandis que deux « woofers » viennent renforcer les graves.
449 €

JEUX VIDÉO

Les consoles de salon deviennent multitâches

Ces machines aux performances dignes des ordinateurs les plus puissants sont de véritables centres multimédias qui ne sont plus réservés aux jeux.



Régulièrement en tête des classements des biens culturels les plus vendus (60 milliards d'euros de chiffre d'affaires en 2012 dans le monde), le jeu vidéo n'est plus réservé à une clientèle jeune et masculine. La démocratisation, amorcée il y a quelques années, se poursuit en faisant des nouvelles consoles des centres multimédias pour le salon. Ces machines toujours plus puissantes reçoivent d'autres fonctionnalités visant à remplacer les lecteurs de DVD et Blu-ray et parfois même les ordinateurs. Après la Wii U sortie l'an passé, les très attendues Sony Playstation 4 et Microsoft Xbox One arriveront sur le marché fin novembre. Petit tour d'horizon des éléments à prendre en compte avant son choix.

LA PUISSANCE La Nintendo Wii U n'étant pas positionnée sur le créneau des jeux les plus exigeants, la guerre se jouera donc entre Sony et Microsoft. La puissance d'une console (comme celle d'un ordinateur) repose sur trois éléments : le processeur, la puce graphique et la mémoire vive.

Le processeur ou CPU (central processing unit), est chargé de faire fonctionner les programmes : l'exécution des jeux, du système d'exploitation et calculer une partie des animations 3D (la puce graphique se chargera de leur affichage). Les deux concurrentes sont équipées de deux microprocesseurs très similaires et de la même marque : des AMD Jaguar, avec une cadence légèrement supérieure chez Sony.

Le processeur graphique ou GPU

3 Mb/s

C'est la vitesse conseillée par les constructeurs pour pouvoir jouer en ligne confortablement. Il faudra une connexion ADSL solide et un éloignement raisonnable du nœud de raccordement. Aucun problème en revanche avec l'ADSL2+.

(graphic processing unit) prend en charge les calculs nécessaires à l'affichage, afin qu'ils soient les plus fins et les plus complexes possibles. Sur ce terrain, c'est Sony qui prend l'avantage en dotant sa console d'une AMD Radeon de la gamme HD7000, qui offre à la console des performances d'affichage 20 % supérieures à la Microsoft équipée, elle, d'une Radeon 7790.
La mémoire vive stocke temporairement les calculs du CPU et du GPU, les libérant pour en effectuer de nouveaux. Les deux consoles reçoivent 8 Go de mémoire vive (RAM), mais Sony, qui a opté pour une mémoire d'une fréquence plus rapide, sera en mesure de traiter un plus grand nombre de données. Sur le papier, la Playstation 4 remporterait donc la course d'une courte tête. Mais l'efficacité d'une console réside aussi dans l'interaction entre ces différents composants.

CAPACITÉ DE STOCKAGE Les consoles actuelles embarquent toutes un disque dur. Destiné à stocker les sauvegardes, à installer tout ou partie d'un jeu ou à enregistrer des photos ou des vidéos, l'espace de stockage est un critère important. Sony et Microsoft ont adapté leur offre à ces nouveaux usages et aux fichiers des jeux HD toujours plus gourmands en espace. Ces consoles sont pourvues de 500 Go (amovible sur la PS4) contre 60 Go il y a cinq ans. Quant à la Wii U, ses 8 ou 32 Go font pâle figure.

LES ACCESSOIRES Depuis 2006 et le succès phénoménal de la Wii (100 millions d'unités vendues à ce jour), la reconnaissance de mouvements est devenue une alternative à la classique manette. Ces dipositifs font de nouveaux progrès, notamment chez Microsoft qui présente son système Kinect dans sa version 2. Les manettes profitent d'un lifting chez Sony et Microsoft avec l'ajout de boutons de partage vidéo et photo à destination des réseaux sociaux. La manette de la PS4 changera de couleur en fonction du niveau de vie du personnage, tandis qu'on trouvera des gâchettes vibrantes sur la manette de la Xbox One.

LE CATALOGUE DE JEUX L'éventail de jeux que l'on trouve sur chaque console est décisif lors du choix. En effet, si certains d'entre eux sont compatibles avec n'importe quelle console, chaque constructeur se réserve des exclusivités : par exemple, la simulation de courses automobiles *Forza Motorsport* est uniquement disponible sur la console de Microsoft.

LES FONCTIONS MULTIMÉDIAS La Playstation 4 et la Xbox One lisent DVD et Blu-ray, alors que la Wii U ne lit ni l'un ni l'autre. La Xbox One, véritable centre multimédia, propose même de passer des appels Skype en HD tout en jouant, en regardant un programme télé, un film ou en naviguant sur Internet, tout cela par contrôle vocal. ■ **Damien Hypolite**

DÉCRYPTAGE

Les consoles portables ne font plus recette

Les consoles portables de Nintendo et de Sony subissent la concurrence des smartphones et des tablettes, qui affichent respectivement 600 millions et 200 millions d'unités vendues dans le monde en 2013. De plus en plus puissants, ces appareils n'ont plus rien à envier aux consoles, bénéficiant de surcroît de catalogues généreusement fournis en jeux. D'ailleurs, les grands éditeurs comme Electronic Arts, Square Enix ou Sega proposent désormais leurs jeux directement sur ces appareils mobiles.

Microsoft
Xbox One

Résolument tournée vers le salon, la nouvelle console de Microsoft est multitâche. Elle permettra de chater avec ses amis tout en jouant ou en regardant la télé. Son système Kinect 2.0 permettra à six joueurs de se déhancher en même temps. Un abonnement sera nécessaire pour accéder aux multiples fonctionnalités en ligne. En vente le 22 novembre.
499 € ; jeux : env. 70 €.

Sony
Playstation 4

Au programme : graphismes 3D haute résolution, une puissance presque 10 fois supérieure à la Playstation 3, une manette revue et corrigée, une trentaine de titres disponibles à la sortie, dont les très attendus *Assassin's Creed Black Flag*, *Battlefield 4* et *Watch Dogs*. Un abonnement sera obligatoire pour jouer en ligne. En vente le 29 novembre.
399 € ; jeux : env. 70 €.

Nintendo
Wii U

Sortie il y a un an, elle propose une expérience différente avec sa manette en forme de tablette qui affiche des informations supplémentaires, comme un inventaire, ou qui permet de finir sa partie la télé éteinte. En manque de gros titres à sa sortie, le tir pourrait être corrigé avec l'arrivée de *Zelda Wind Walker* en HD ou *Mario Kart 8* au printemps.
299 € avec un jeu.

Les consoles indépendantes

Si elles ont été financées avec succès par l'intermédiaire d'Internet, ces consoles indépendantes sont peu connues. Mais la Ouya *(photo)* et la Gamestick souhaitent se faire une place avec leurs prix attractifs et leur esprit *open source* qui donne accès à des mini-jeux gratuits ou à bas prix. **99 €**

Retrouvez notre sélection de jeux vidéo sur sciencesetavenir.fr

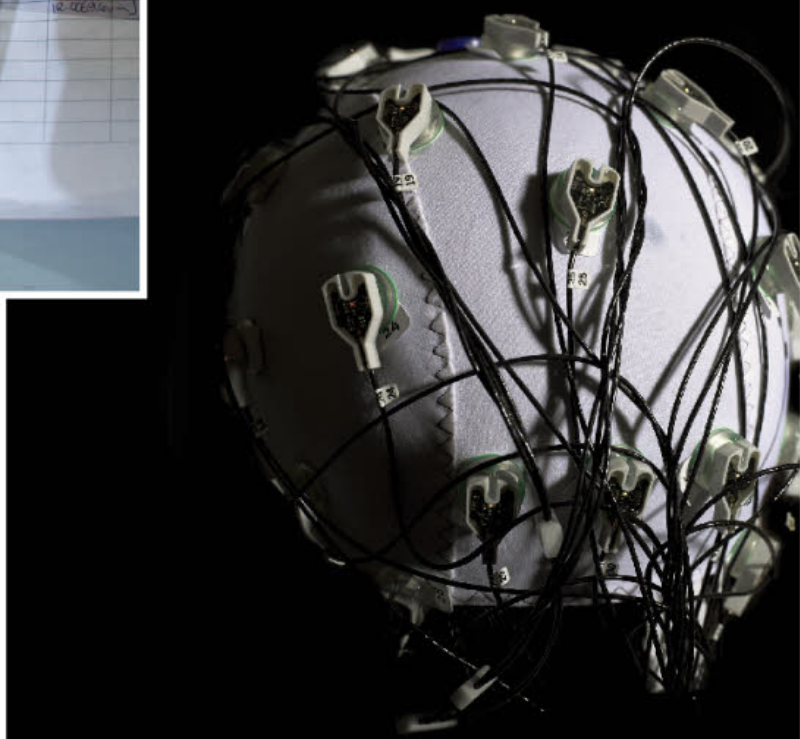
Marine Segond

Laboratoire de résidence :
Centre d'Immunologie de Marseille-Luminy

TRANSLOCATIONS

« Tout comme les chercheurs tentent de localiser et de déceler les cellules dans la minceur des lames, j'ai déniché dans les interstices des laboratoires un tas de petits émerveillements. »

Appareils utilisés :
- Reflex numérique Nikon D90 avec 50mm F/1.8 et 35mm F/1.8
- Moyen format numérique Hasselblad



Anouck Asathal

Laboratoire de résidence :
Centre de Recherche
en Neurosciences de Lyon

ELECTRIC IDEAS

« Les scientifiques utilisent des lumières flashées afin d'isoler une intention de l'électricité neuronale produite par les différents cortex du cerveau.
Leur technique est algorithmique, non figurable par la photographie car immatérielle.
À l'objectif de l'appareil ne restent alors que les signes, les objets et le matériel technologique humain, l'humain lui même, comme seules marques visuelles d'une activité cérébrale chronologique. »

Appareil utilisé :
- Moyen format argentique Hasselblad

LA RECHERCHE DE L'ART

Un partenariat INSERM / ENSP

Depuis 2011, la signature d'un partenariat entre l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM) et l'Ecole nationale supérieure de la photographie d'Arles (ENSP) est l'occasion de jeter des ponts entre deux mondes – le scientifique et l'artistique – qui encore trop souvent s'ignorent. La possibilité est ainsi donnée à trois étudiants de l'ENSP d'effectuer des résidences dans les laboratoires de recherche de l'INSERM au cours de leur deuxième année de scolarité et de réaliser des travaux artistiques qui donnent lieu à une exposition et à une publication, ainsi qu'à un dispositif de démonstration itinérant.

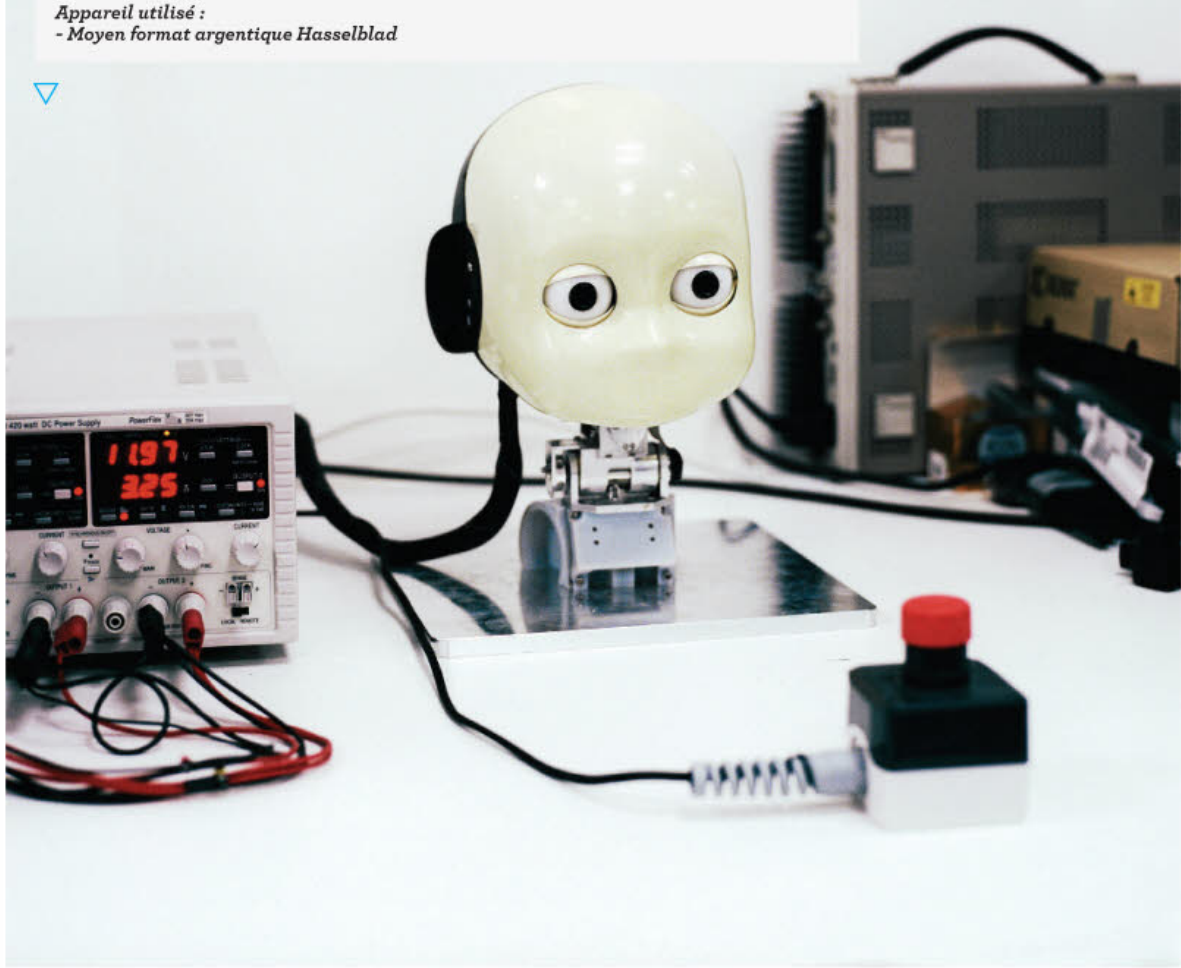
Marianne Wasowska-Fauchon

Laboratoire de résidence : Institut de la Vision - Paris

IL COURT TRÈS VITE

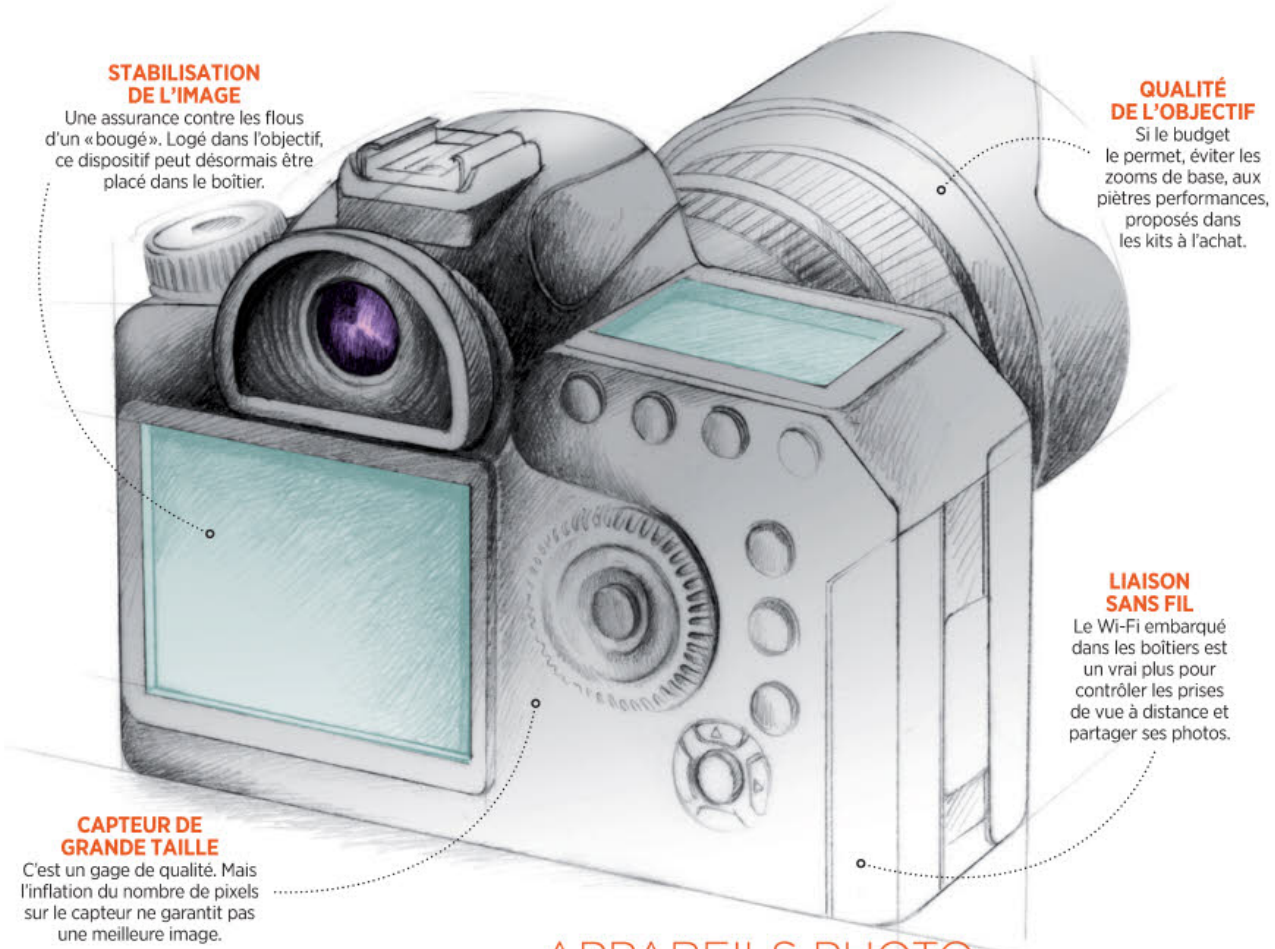
« La nouvelle vision est l'appellation selon laquelle les chercheurs désignent les perceptions élaborées grâce à la rétine artificielle : plaque d'électrodes posée sur la rétine, elle stimule celle-ci à partir d'une caméra posée sur les lunettes du patient, avec laquelle elle communique par des ondes Wi-Fi.
Le monde apparaît donc au non-voyant décomposé par une grille de point, que les scientifiques décrivent en terme de résolution et de pixels. Et l'œil devient indissociable de la caméra. Pour un photographe cela tient presque du fantasme : quand serons-nous en mesure de prendre des photos directement avec nos yeux ? N'est-ce pas là une réalité déjà en marche ? »

Appareil utilisé :
- Moyen format argentique Hasselblad



Instituts thématiques Inserm
Institut national de la santé et de la recherche médicale

recherche & création
Ecole Nationale Supérieure de la Photographie ARLES



APPAREILS PHOTO

La technologie des pros se démocratise

Apparition du « plein format », généralisation des stabilisateurs d'image… Les appareils hybrides et reflex disposent désormais des meilleurs équipements.

96

C'est le meilleur score, obtenu par le capteur du Nikon D800E, au test DXO Mark. Ce test, qui mesure les performances brutes du capteur, sans tenir compte du traitement effectué par l'appareil est une référence dans le monde de la photo.

SCIAV.FR/16GAXHW

COMPACTS, BRIDGES, hybrides, reflex… La gamme des appareils photo s'est largement étendue, des dizaines de nouveaux modèles étant proposés chaque année. En ajoutant à cela quelques raffinements sur la taille du capteur (petit, moyen ou grand) et des sigles obscurs (APS-C, CMOS, HDR, RAW…), on obtient un joli casse-tête au moment du choix. Impossible de passer en revue toutes les offres. Nous avons donc choisi de privilégier les reflex et les hybrides car ils délivrent aujourd'hui la meilleure qualité d'image. Les premiers sont des appareils à objectifs interchangeables, très performants mais aussi les plus encombrants et les plus lourds du marché. Les seconds sont à mi-chemin entre les reflex et les compacts. Ils disposent aussi d'objectifs interchangeables, d'une très bonne qualité d'image, mais leur petite taille les rapproche des compacts. Cette catégorie est en plein essor.

UN GRAND CAPTEUR ET BEAUCOUP DE PIXELS Deux critères sont déterminants pour la qualité d'un capteur : la taille et le nombre de photosites (ou de pixels sur l'image), c'est-à-dire ces millions de petites unités qui captent la lumière. Les formats les

plus courants sont le « full frame » (ou plein format), l'APS-C et le micro 4/3. Le plein format, dont la taille correspond à celle des anciens films argentiques, équipe essentiellement les reflex professionnels comme les Nikon D800 et D4 ou les Canon 5D et 1D X, des boîtiers vendus entre 2500 et 5000 € ! Mais le plein format commence à apparaître sur des reflex à moins de 1500 € tel que le Nikon D600 ou le Canon 6D. Sony, grand spécialiste des capteurs, devrait aussi lancer d'ici peu un hybride full frame à un prix relativement serré. L'avantage de la grande taille est qu'elle permet de mettre plus de photosites. Par exemple, le capteur du Nikon D800 monte à 36 millions de pixels quand l'essentiel du marché tourne autour des 16 millions. Le nombre de pixels permet d'augmenter la résolution de l'image et donc, normalement, la quantité de détails.

Mais ce n'est pas toujours vrai. Sur des capteurs plus petits, comme l'APS-C (1,5 à 1,6 fois plus petit que le plein format) ou le micro 4/3 (environ 2 fois plus petit que le plein format), trop de pixels peuvent nuire. En effet, plus de photosites sur le capteur signifie des photosites plus petits. Or, plus ils sont petits, moins ils sont sensibles à la lumière. Il faut donc amplifier le signal, ce qui produit du bruit électronique. Un phénomène qui se traduit sur les images par des petits grains colorés disgracieux, et qui augmente avec la sensibilité (les fameuses valeurs en ISO, équivalentes au ASA en argentique).

Si ce bruit est généralement peu perceptible entre 100 et 800 ISO, il peut être très marqué au-delà, et ce d'autant plus que les photosites sont petits. Donc, plus on veut de mégapixels, plus il faut augmenter la taille du capteur. En d'autres termes, un capteur micro 4/3 à 24 mégapixels donnera de moins bons résultats que le même capteur à 12 mégapixels. Moralité, avant de se focaliser sur le nombre de pixels, il est préférable de vérifier la taille du capteur. Un simple test dans le magasin, en poussant les ISO au-delà de 800 (1600, 3200, etc.) permet déjà de savoir à partir de quelle valeur le bruit devient gênant sur l'image.

LA STABILISATION DE L'IMAGE

Pour éviter les flous dus au « bougé », les constructeurs ont introduit des stabilisateurs d'images qui compensent en temps réel les petites vibrations de la main. Cette technologie atteint aujourd'hui toute sa maturité avec des performances vraiment spectaculaires. Résultat, il devient possible de faire des photos nettes, sans flash, dans des conditions de lumière très difficiles (clair de lune par exemple). Mais dans ce domaine, deux philosophies s'affrontent : la stabilisation embarquée dans l'appareil ou dans l'optique. Le gros avantage de la première, c'est que ▸

FORMAT D'IMAGE

Éviter la compression pour un meilleur résultat

Le format d'image RAW permet des traitements spectaculaires, à condition de lui adjoindre un logiciel adapté.

Les reflex et les hybrides permettent d'enregistrer les images sous au moins deux formats différents : JPEG et RAW. Le premier est le plus largement utilisé. Il s'agit d'un fichier compressé, donc moins volumineux, ce qui facilite son traitement et son stockage. En revanche, la compression fait perdre beaucoup d'informations (nuances de couleurs, par exemple). Il devient alors difficile de retravailler sur son ordinateur une belle image, mais qui aurait été mal exposée ou dont les couleurs seraient trop ternes. À l'inverse, le RAW enregistre toutes les informations reçues par le capteur, sans compression. Le fichier offre ainsi des possibilités de traitement spectaculaires, notamment en jouant sur l'exposition. L'opération révèle des détails qui auraient définitivement disparu sur un JPEG. C'est pour cela que ce format est utilisé par tous les photographes professionnels et la plupart des experts. Deux inconvénients tout de même : le fichier RAW est très volumineux et il ne peut être utilisé en l'état. Il exige un traitement avec des logiciels adaptés. Tous les fabricants en fournissent un avec leurs appareils. Mais il est souvent préférable d'opter pour l'un des deux logiciels les plus utilisés en photo : l'incontournable américain Adobe Lightroom 5 (129 €) ou le petit français très performant DXO Optics Pro 8 (149 €). Les deux corrigent aussi les défauts des objectifs et des appareils tels que les déformations, les aberrations chromatiques, le bruit, etc. Et pour les nostalgiques de l'argentique, DXO propose Film Pack, un logiciel capable de reproduire le rendu des images Polaroid ou de celles obtenues avec des pellicules mythiques comme la Kodak Tri-X 400 ou l'Ilford HP5.

LE FLOP

Les smartphones détrônent les compacts à petit prix

Les compacts d'entrée de gamme subissent de plein fouet la concurrence des smartphones. Ces derniers sont équipés de capteurs de plus en plus puissants, d'objectifs performants et d'un traitement d'image efficace. Ils produisent des photos de très belle facture qu'il est de plus facile de modifier avec de nombreuses applications comme Instagram avant deles partager sur les réseaux sociaux. Le *Wall Street Journal* révélait ainsi, en mai, que le fabricant Olympus abandonnait les appareils d'entrée de gamme. Selon le quotidien économique américain, Canon pourrait faire de même.

Canon 70D

L'EOS 70D est une belle évolution du boîtier expert grand public de Canon. Facile et agréable à manier, il s'offre le luxe d'imposer un nouveau standard du côté de l'autofocus, ce que les amateurs de vidéo et de visée à l'écran apprécieront.
Côté photographie, la marque reste fidèle à son excellente restitution des couleurs, même en haute sensibilité.
950 € boîtier nu
★★★★★

Sony ILCE 3000

L'allure d'un reflex et l'esprit d'un petit hybride. Sony tente d'attirer les adeptes du reflex d'entrée de gamme vers ses modèles hybrides NEX. Avec ce tout petit ILCE 3000, il a un argument de poids : un prix très serré.
399 € avec objectif 18-55 mm (non testé par les Numériques)

Nikon D600

Un reflex « full frame » (capteur plein format) à ce prix, c'est rare. La qualité d'image est évidemment au rendez-vous, et pour ceux qui recherchent un appareil de ce type, le D600 devient facilement un incontournable. Mais comme tout reflex expert, il demandera un peu d'investissement et de réflexion pour être maîtrisé.
1500 € boîtier nu
★★★★★

Fujifilm XM 1

Le X-M1 n'est ni le plus rapide, ni le plus connecté, loin de là. Mais il offre une qualité d'image à couper le souffle, à toutes les sensibilités, et ce même avec le zoom du kit (chose rare). Une référence pour quiconque privilégie la photographie à la technologie.
Environ 780 €
★★★★★

Canon 6D

Le 6D est un reflex 24x36 intéressant, léger, rapide et agréable à prendre en main qui délivre une excellente qualité d'image en photo et vidéo. On pourra toujours reprocher certains choix (absence de flash intégré, écran fixe) mais il ouvre de nouvelles perspectives avec le Wi-Fi et le GPS.
1500 € boîtier nu
★★★★★

Panasonic Lumix GX7

Le GX7 a tout pour plaire. Panasonic aurait réalisé un sans-faute si le viseur électronique n'était pas aussi sujet au scintillement. Dans la vraie vie, une fois en main, sa réactivité, sa personnalisation offrant un contrôle absolu, son silence de fonctionnement et ses qualités d'image conquièrent sans peine tous ceux qui cherchent à allier efficacité et légèreté sans compromis.
Environ 1100 €
★★★★★

tous les objectifs profitent de la stabilisation, même s'ils sont un peu anciens.

LA QUALITÉ DES OBJECTIFS Pour attirer le client, les fabricants proposent toujours avec leurs boîtiers un objectif de base, pour seulement quelques dizaines d'euros supplémentaires. Il s'agit de zooms 18-55 mm avec une ouverture de diaphragme, notée f, variant de 3.5 à 18 mm de focale jusqu'à 5.6 à 55 mm. Ces offres semblent avantageuses, mais les objectifs proposés sont souvent de piètre qualité et risquent d'atténuer les performances du capteur.
Si le budget le permet, il est donc préférable d'opter directement pour un meilleur objectif. Par exemple, pour le nouveau Canon 70D, il vaut mieux choisir le 17-55 mm ouvrant à f2.8 constant (c'est-à-dire sur toutes les plages focales entre 17 et 55 mm). Une ouverture plus importante (f2.8) est habituellement un indice de qualité. Sur les boîtiers reflex plein format, les zooms équivalents sont des 24-70 mm à f2.8 constant de très haut niveau, affichant des tarifs stratosphériques. Mais les fabricants proposent désormais une gamme intermédiaire, de très grande qualité et avec une ouverture à f4 constante.

DES APPAREILS CONNECTÉS L'arrivée du Wi-Fi dans les appareils photo est une tendance lourde de ces derniers mois. Gadget ? Pas vraiment. La communication sans fil ouvre de nouveaux usages comme le partage de photos mais aussi la possibilité de contrôler complètement son appareil depuis l'écran de son smartphone ou de sa tablette. Plus la peine de courir pour être sur la photo de groupe ou de demander à un passant de vous photographier devant la tour Eiffel ! ■ **O. H.**

CAMÉRAS SPORTIVES

Filmer sous tous les angles

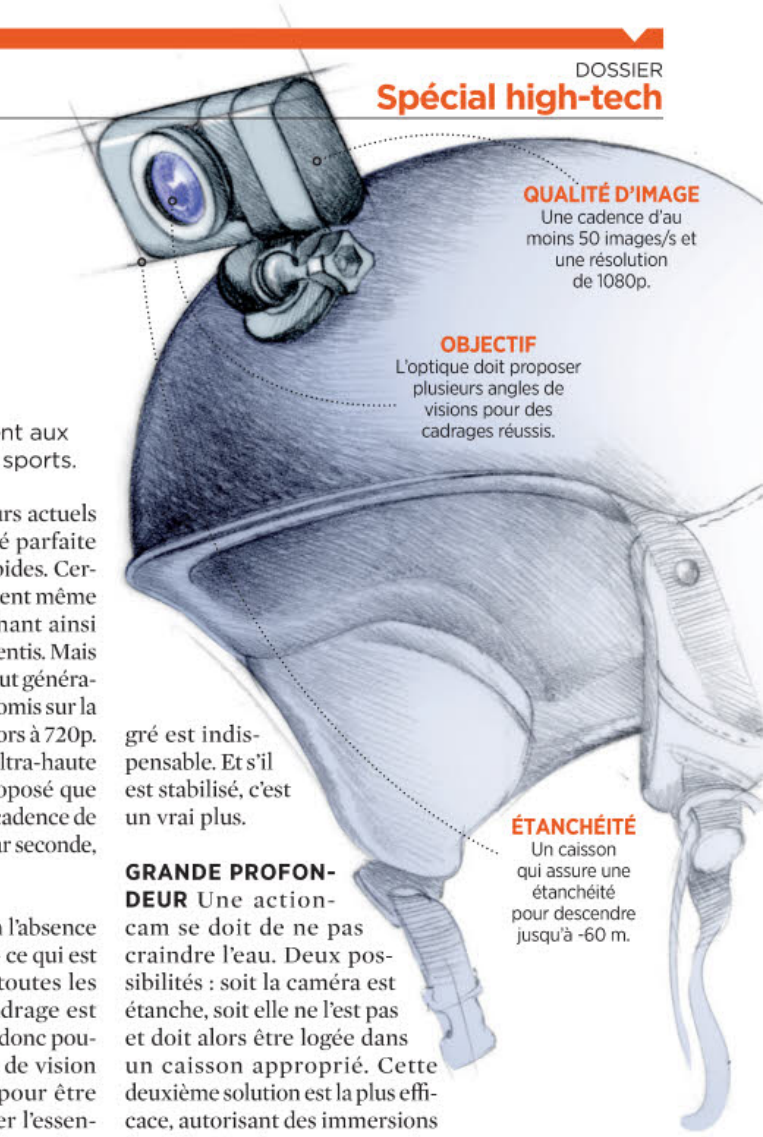
Compactes, elles résistent aux chocs et s'adaptent aux conditions extrêmes de la pratique de nombreux sports.

SE LIVRER À UNE ACTIVITÉ PHYSIQUE sans filmer ses exploits, c'est dépassé ! Aujourd'hui, grâce aux « caméras d'action » (action-cams), la moindre session de surf, la plongée sur le récif ou le match de foot entre copains, peuvent être enregistrés puis diffusés sur YouTube, Facebook... Première arrivée sur ce jeune marché, la GoPro, inventée en 2001 par le Californien Nicholas Woodman, est aussi la plus vendue — 2,3 millions d'unités en 2012. Elle reste une référence en termes de qualité d'image, de résistance aux chocs, de compacité et d'étanchéité. Mais, petits et grands constructeurs investissent peu à peu ce marché.

HAUTE DÉFINITION Les meilleurs modèles peuvent filmer jusqu'à 60 images par seconde en haute définition (1080p), de quoi exploiter les performances offertes par les meilleurs téléviseurs actuels et assurer une fluidité parfaite des scènes les plus rapides. Certaines caméras atteignent même les 120 images/s donnant ainsi accès à de superbes ralentis. Mais à de telles vitesses, il faut généralement faire un compromis sur la résolution qui passe alors à 720p. Quant au format 4K (ultra-haute définition), il n'est proposé que sur la GoPro avec une cadence de seulement 15 images par seconde, donc moins fluide.

UNE VISION LARGE En l'absence d'écran ou de viseur — ce qui est le cas de quasiment toutes les action-cams —, le cadrage est assez aléatoire. Il faut donc pouvoir utiliser un angle de vision large (jusqu'à 170°) pour être sûr de ne pas manquer l'essentiel de la scène. De même, dans des séquences qui exigent de se rapprocher du sujet, le zoom intégré est indispensable. Et s'il est stabilisé, c'est un vrai plus.

GRANDE PROFONDEUR Une action-cam se doit de ne pas craindre l'eau. Deux possibilités : soit la caméra est étanche, soit elle ne l'est pas et doit alors être logée dans un caisson approprié. Cette deuxième solution est la plus efficace, autorisant des immersions jusqu'à -60 mètres contre seulement quelques mètres pour les caméras sans caisson. ■ **O. H.**



GoPro Hero 3 Black Edition

Sans doute l'action-cam la plus complète du moment. La qualité d'image est au rendez-vous (pour une caméra de poche) et les accessoires livrés sont de qualité. L'ergonomie reste toutefois trop spartiate et l'autonomie trop limitée pour rendre ce modèle franchement agréable à utiliser.

449 €

★★★★★

Sony HDR-AS30V

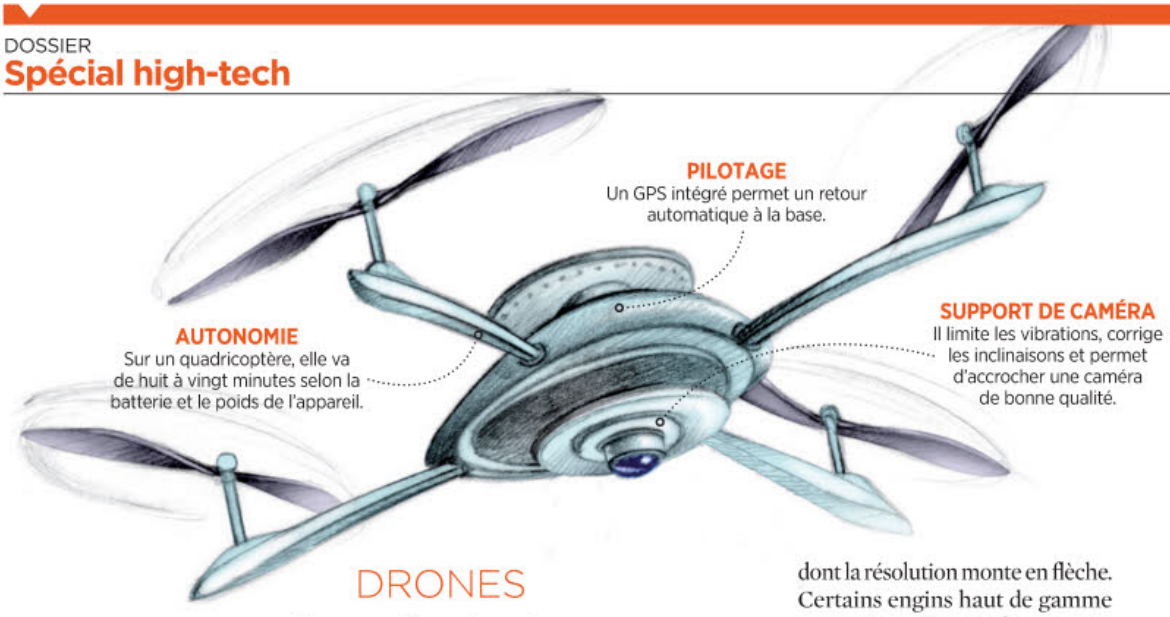
Avec ce nouveau modèle aux spécifications plus musclées, Sony devrait faire oublier les déceptions de la version précédente (HDR-AS15). La cadence progresse de 30 à 50 images par seconde à 1080p. Parmi les accessoires, un écran-bracelet connecté à la caméra en Wi-Fi, permet de suivre l'action à distance.

299 € (non testé par Les Numériques)

JVC GC-XA2

Avec son nouveau capteur, ce modèle atteint les 60 images par seconde à 1080p et monte jusqu'à 120 images par seconde en 720p. Étanche à seulement -5 m elle peut descendre à -40m avec son boîtier optionnel.

280 € (non testé par Les Numériques)



DRONES

Prendre de la hauteur

Ces petits aéronefs, commandés à distance depuis une tablette ou un smartphone, embarquent des caméras miniatures de bonne qualité.

Le drone permet d'effectuer du vol en immersion (ou FPV, first person view)*. Cela consiste à piloter un avion ou un hélicoptère miniature comme si on se trouvait à l'intérieur du cockpit. Un loisir qui a émergé aux États-Unis au début des années 2000. Mais il ne s'agissait alors que de bricolages très limités par la technologie. En 2007, la miniaturisation des caméras et des dispositifs embarqués (capteurs d'altitude, de vitesse, de tension des batteries, de position GPS...) a permis au FPV de se développer. Trois ans plus tard, le constructeur français Parrot lançait le premier drone destiné au grand public. Depuis, son usage a explosé pour les loisirs, la prise de vue aérienne, ou — chez les professionnels — l'examen de bâtiments ou d'ouvrages d'art, par exemple.

Les technologies embarquées progressent à grande vitesse avec notamment des capteurs vidéo dont la résolution monte en flèche. Certains engins haut de gamme sont même équipés de supports mobiles pour caméras afin que l'utilisateur puisse changer l'angle de vue depuis sa télécommande ou, mieux, depuis des lunettes de réalité virtuelle, comme les Fat Shark. Les appareils eux-mêmes sont de plus en plus automatisés. Certains enregistrent leur position GPS de départ afin d'y revenir seul si le signal est rompu avec la télécommande, corriger les mouvements indésirables dus au vent, ou demeurer dans une zone géographique donnée et dans une fourchette d'altitudes. L'autonomie reste le maillon faible. Rien n'est plus frustrant que de devoir se poser après seulement dix minutes de vol. ■

Erwan Lecomte

* POUR PLUS D'INFORMATION : WWW.FPV-PASSION.FR

DJI Phantom

Livré sans caméra, ce drone est conçu pour emporter un modèle GoPro dans les airs. Il se pilote à l'aide d'une télécommande radio spécifique, et est capable, si le signal est perdu, de revenir à son point de départ dont il a mémorisé les coordonnées GPS. Autonomie : dix à quinze minutes.
400 à 800 € (en fonction des accessoires)

Hubsan X4 FPV H107D

Ce microdrone ne pèse que 50 grammes et mesure moins d'une douzaine de centimètres de diagonale. Sa télécommande est pourvue d'un écran LCD qui affiche les images de sa caméra frontale. Gros point noir : une autonomie de sept minutes !
150 € (50 € pour la version sans caméra)

Parrot AR Drone 2.0

Cette seconde génération de drone du constructeur français Parrot se pilote à l'aide d'un smartphone ou d'une tablette par l'intermédiaire d'une liaison Wi-Fi. L'image de sa caméra frontale est affichée sur l'écran en temps réel à une résolution de 1280 x 720 pixels. L'autonomie plafonne à douze minutes.
Environ 300 €

BOSS
HUGO BOSS
BOSS
HUGO BOSS
"JE N'ATTENDS PAS LE SUCCÈS
JE LE PROVOQUE"
RYAN REYNOLDS
BOSS BOTTLED.
PARFUM POUR HOMME

OBJETS CONNECTÉS

Capteurs à tous les étages

La prochaine révolution technologique sera invisible : 80 milliards d'objets seront connectés pour faciliter la vie quotidienne... Notre sélection pratique.

Qu'il est loin le lapin communicant Nabaztag qui, il y a huit ans à peine, lançait — timidement — l'ère des objets connectés à Internet. Aujourd'hui, c'est une révolution technologique majeure qui est en cours. « *Tous les objets seront un jour connectés !* », affirme Rafi Haladjian, l'inventeur du célèbre lapin. Selon le think tank (laboratoire d'idées) français Idate, spécialisé dans les télécoms, Internet et les médias, « *80 milliards de choses seront connectées en 2020* », contre 15 milliards aujourd'hui. Ces « choses » sont des ordinateurs et des smartphones, bien sûr, mais surtout n'importe quel autre objet. « *Particulièrement ceux avec lesquels on aura besoin de communiquer à distance* », explique Fred Potter, fondateur de Netatmo, fabricant de stations météo connectées. Avec l'avantage de la simplicité puisqu'une prise de courant et un réseau Wi-Fi suffisent à créer cet échange. La France est à la pointe dans ce secteur, comme en témoignent la plupart des produits présentés ici. Point commun : un design très léché. De quoi donner envie de remplacer son matériel électroménager, rarement élégant, et faire passer le surcoût de la connexion. Petit tour d'horizon des objets connectés les plus désirables. ■

Mathieu Nowak

Le meilleur est à venir

De la réalité augmentée aux économies d'eau, tour d'horizon des applications futures.

L'objet connecté le plus attendu est sans conteste la paire de lunettes de Google, les fameuses Google Glass. Dotée d'un micro, d'une caméra et d'un projecteur, elle répond à des ordres ou des questions — par exemple, « *Où est la station de métro ?* » — par l'intermédiaire d'un écran situé dans le champ de vision. Leur commercialisation est prévue pour le deuxième trimestre 2014. D'ici là, les skieurs peuvent se consoler avec des masques à vision tête haute, reliés à Internet et affichant les plans des pistes en réalité augmentée. Le fabricant Scott vient ainsi de commercialiser un modèle conçu en partenariat avec le domaine des 3 Vallées (Savoie). À la maison, c'est la serrure (Calypso Key, Lockitron, August, Assa Abloy Aperio) et l'interphone (Cleverdoor) qui seront les prochains objets à être pilotés depuis son smartphone, permettant une ouverture à distance. Les économies d'énergie seront aussi à l'honneur. Belkin développe des capteurs qui surveillent notre consommation d'eau en écoutant l'écoulement dans les tuyaux, ainsi qu'un capteur électrique qui depuis une prise, détermine la consommation de chaque appareil détecté sur le réseau. Dans un registre plus léger, la grande attraction du dernier salon de l'électronique à Las Vegas, était la fourchette HAPIfork qui mesure la vitesse à laquelle on mange : elle vibre quand on mange trop vite...

L'œil rivé à l'information (Google Glass)

REA

L'ouverture à distance (Lockitron)

La fourchette nutritionniste (HAPIfork)

SÉCURITÉ

Surveillance renforcée

Détecteurs de mouvements ou de présence, sirène, caméra : les outils de surveillance communiquent entre eux par Wi-Fi ou par ondes radio. Fini les travaux de câblage : il suffit de fixer chaque élément et de configurer le tout par l'intermédiaire d'un ordinateur, sans fil. Les opérateurs téléphoniques offrent des solutions complètes pilotées par une « box » spécifique qui permet, en outre, de commander des prises électriques ou des volets pour simuler une présence dans la maison. Enfin, Withings propose un système pour surveiller bébé dans son lit. Composé d'une caméra infrarouge, d'un détecteur de bruit et d'un détecteur de mouvements, il permet de veiller à distance sur son sommeil, de lui parler, d'allumer une veilleuse ou de lui faire écouter une berceuse.

MyFox HC2 : à partir de 399 €

Withings Baby Monitor : 249,90 €

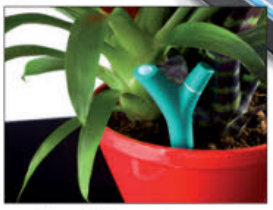
Home by SFR : à partir de 9,99 €/mois

MAISON

Le confort autonome

Trois produits ont marqué les esprits « geeks » dernièrement. Tout d'abord, la station météo Netatmo, dépourvue d'écran car consultable depuis un smartphone ou une tablette. Puis le thermostat Nest — non disponible en France — qui pilote la chaudière en observant les habitudes des occupants de la maison pour optimiser la consommation d'énergie. Enfin, la première lampe à LED Philips pilotée par Wi-Fi (allumage automatique, intensité, couleur). Les radios peuvent désormais se connecter à des Webradios ou à des fichiers musicaux stockés sur un ordinateur ou un service de musique en ligne. Enfin, dans les pots de fleurs, le capteur Koubachi Wi-Fi mesure l'ensoleillement, l'humidité et la température... Parrot investit également ce marché avec son « Flower Power » qui mesurera en plus la présence d'engrais.

Station météo Netatmo : 169 €



Parrot Flower Power : 49 €

Philips Hue : 199,95 €

SANTÉ

La forme à fleur de peau

« Je suis, donc je mesure, donc je contrôle mieux » : Cédric Hutchings, patron de Withings, réputé pour ses balances intelligentes, décrit ainsi cette nouvelle mode de « coaching virtuel ». Une pratique qui consiste à mesurer ses poids, masse grasse, fréquence cardiaque, tension, activité sportive, alimentation, qualité du sommeil, pour adapter son comportement. Chaque mesure a son capteur. On trouve ainsi des balances (chez Withings, Terraillon, Fitbit ou iHealth), des podomètres de poche (Fitbit One, Withings Pulse qui mesure aussi la fréquence cardiaque, etc.) ou pour poignet (Jawbone Up, Nike Fuel Band, Fitbit flex), des tensiomètres (chez Withings ou iHealth), ou des capteurs embarqués dans les chaussures (Nike+). Les informations sont reportées dans un tableau de bord personnel piloté depuis son smartphone ou un site Web.

Tensiomètre iHealth BP7 : 79,99 €

Balance Withings : 129 €

Podomètre Fitbit One : 99,95 €

Jawbone Up : 129,90 €

Gaia sur la piste aux étoiles

Durant cinq ans, ce satellite européen, lancé fin novembre, dressera une carte en 3D d'un milliard d'étoiles de la Voie lactée. Un trésor de données inédites.

Par Sylvie Rouat

GAIA VISE LE MILLIARD ! Le milliard d'objets célestes de notre galaxie, soit un feu d'artifice d'étoiles de toutes les couleurs, naines ou géantes, pétulantes de jeunesse ou à l'agonie magnifique... Et peut-être ce nouveau satellite européen attrapera-t-il dans ses filets des astres totalement inimaginables. C'est le défi qu'il devra relever une fois lancé par la fusée Soyouz fin novembre depuis Kourou. Cette mission, d'un coût d'environ 650 millions d'euros, devrait offrir aux astronomes le catalogue le plus faramineux jamais constitué. Un trésor de données qui deviendra leur bible, à l'origine de futures découvertes. À la différence de ses prédécesseurs, il ne sera pas qu'une liste de coordonnées mais un véritable « Facebook de la Voie lactée ». Avec, à l'image du réseau social, une page consacrée à chaque astre, comportant, en guise de « profil », sa position dans l'Univers, sa trajectoire et ses caractéristiques physiques et lumineuses.

700 milliards
Le nombre de mesures astrométriques que fournira Gaia

2020
La date à laquelle le catalogue astral final sera prêt

Que d'étapes franchies depuis la liste des 700 étoiles établie par Hipparque au IIe siècle avant notre ère ! Quatre siècles plus tard, le catalogue de Ptolémée en listait 1025, visibles depuis Alexandrie. Ce catalogue est demeuré mille ans durant la référence des mondes occidental et arabe. Dans les années 1980, le catalogue le plus complet ne réunissait que 1500 étoiles. L'astrométrie — la mesure de la position des astres et de leur vitesse — piétinait, gênée par l'atmosphère terrestre. Le premier vrai séisme a eu lieu depuis l'espace en 1989, année de lancement du satellite européen Hipparcos. En quatre ans, celui-ci a mesuré les coordonnées de plus de 118 000 étoiles, avec une précision jusque-là inégalée.

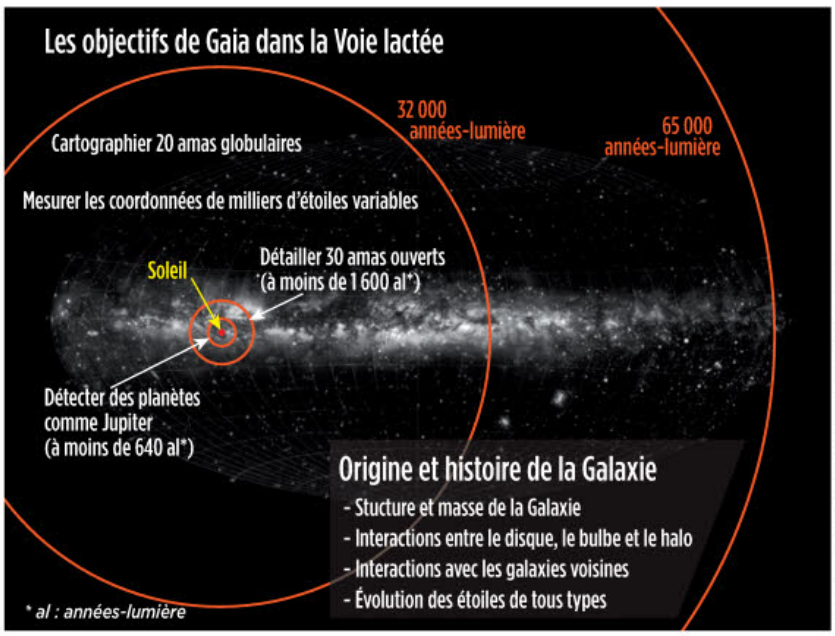
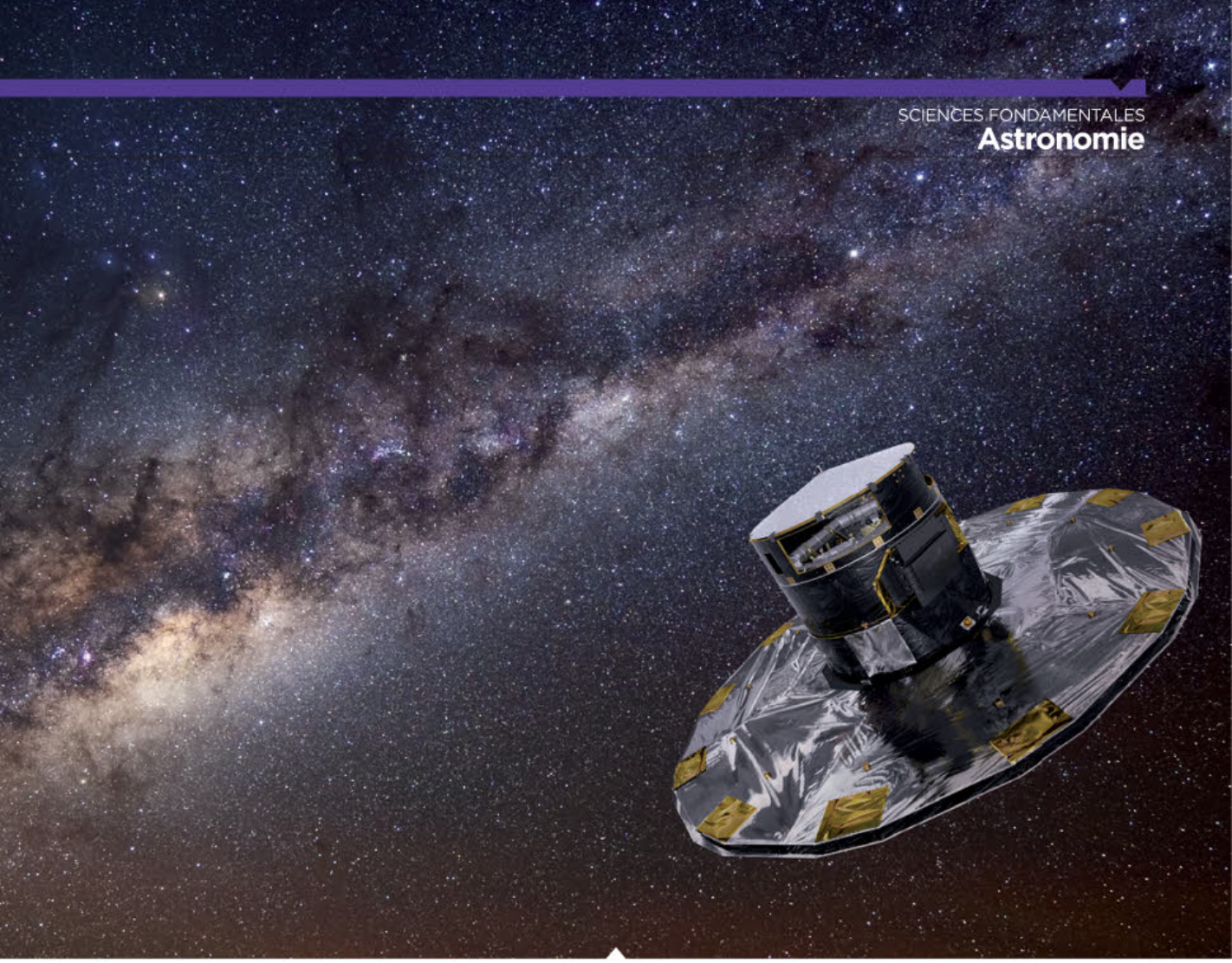


PHOTO : LUND OBSERVATORY, SWEDEN - INFOGRAPHIE : SYLVIE DAOUDAL

Gaia pourra effectuer des mesures dans notre galaxie jusqu'à 65 000 années-lumière, bien au-delà du centre galactique.

Gaia pourrait voir l'ongle d'un Terrien depuis la Lune

Aujourd'hui, une ère nouvelle commence. À peine arrivé dans l'espace, Gaia déploiera une jupe dorée de 10 mètres de diamètre. D'un côté, celle-ci servira de pare-soleil pour maintenir les télescopes et caméras ultrasensibles à une température inférieure à -100 °C. De l'autre, elle portera des panneaux solaires produisant

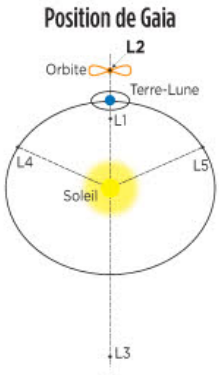


Le satellite emporte deux télescopes et trois instruments scientifiques protégés par un bouclier thermique de 10 m de diamètre (vue d'artiste).

ESA

l'énergie nécessaire à leur fonctionnement. L'engin de près de deux tonnes entamera alors un voyage de deux mois sur 1,5 million de kilomètres vers le point de Lagrange L2, région de l'espace où les champs de gravité du Soleil et de la Terre s'équilibrent. Cela permettra au satellite d'y demeurer, de manière stable, comme garé sur un parking dans une direction opposée au Soleil. Loin de la chaleur rayonnée par la Terre, Gaia balaiera sans discontinuer la voûte céleste, en tournant sur lui-même en six heures, tout en conservant le même angle au Soleil. Il observera dans deux directions de visée afin de déterminer les positions relatives des objets d'un côté et de l'autre. Équipé d'instruments d'astrométrie, de photométrie et de spectroscopie, il mesurera pour chaque astre sa position, sa distance par rapport aux autres, sa vitesse, sa température, sa couleur, l'évolution de sa brillance, ses caractéristiques physiques. Chaque étoile sera scrutée de 60 à 80 fois. Cinq ans durant, Gaia balayera ainsi le ciel pour y repérer tous les objets de magnitude supérieure à 20, c'est-à-dire dont la lumière est 400 000 fois plus faible que la plus pâle des étoiles observables à l'œil nu. Grâce à son télescope en carbure de silicium, d'une extrême sensibilité, le satellite aura une précision de 50 à 100 fois supérieure à celle d'Hipparcos : depuis la Lune, il serait capable de mesurer l'ongle du pouce d'un Terrien !

La vision du monde galactique va en être bouleversée : le volume de l'Univers sondé va augmenter d'un facteur un million. « *Hipparcos n'avait étudié qu'une petite bulle autour du Soleil*, constate Olivier La Marle, responsable de la mission Gaia au Cnes, l'agence française de l'espace. *Gaia va faire des mesures au-delà du centre galactique. De plus, il recensera systématiquement toutes les étoiles situées dans les régions proches du Soleil.* » Et la distance de plus de 100 millions d'étoiles dans notre environnement sera connue à 10 % près. Les scientifiques pourront même observer l'atmosphère de certaines étoiles, y mesurer l'abondance de métaux, etc. « *Nous identifierons ainsi les différentes populations et générations d'étoiles, nous saurons d'où vient un groupe d'étoiles et où il va* », poursuit Olivier La Marle. Avec, pour objectif, de dresser une carte dynamique ▶



Placé au L2, un des cinq points de Lagrange, ces régions de l'espace où les champs de gravité de la Terre et du Soleil s'équilibrent, Gaia jouira d'un environnement stable.

ENTRETIEN

DR

CATHERINE TURON
ASTRONOME À L'OBSERVATOIRE DE PARIS-MEUDON

« Nous espérons débusquer 100 000 objets nouveaux »

Qu'attendez-vous de Gaia, vous qui avez dirigé l'aventure Hipparcos ?
Ce satellite a inauguré une nouvelle ère de mesures précises. À ce jour, quelque 17 000 publications scientifiques ont utilisé ses données. Hipparcos a observé 118 218 étoiles que nous avions choisies au préalable dans l'entourage du Soleil. Nous voulions dresser un catalogue précis, il n'y avait donc pas vraiment de surprises possibles. Cette fois, Gaia va balayer le ciel et nous allons forcément découvrir des choses inattendues parmi les 100 000 objets nouveaux que nous espérons débusquer. L'extrême sensibilité de ses instruments va aussi permettre d'observer les étoiles les plus brillantes d'autres galaxies du Groupe local, telle Andromède ou les nuages de Magellan.

Qu'a-t-on encore à apprendre au sujet de notre galaxie ?
Beaucoup de choses ! Certes, la Voie lactée est le modèle galactique que l'on connaît le mieux, mais nous en savons si peu... Ainsi, nous ignorons sa forme, car nous la voyons par la tranche. Mais en mesurant la position et la distance des étoiles, nous allons reconstituer la configuration de ses bras. Nous ignorons également presque tout de la population du halo, ce vaste nuage d'étoiles anciennes qui entoure le disque galactique. Pourtant, il s'y cache des indices de l'histoire lointaine de la Voie lactée, de ses rencontres avec d'autres galaxies. Ainsi, les courants de matière qui rejoignent le nuage de Magellan sont, pense-t-on, des traces d'une ancienne rencontre, en particulier avec la galaxie du Sagittaire qui a traversé la nôtre par le passé. À partir de ces données, nous allons essayer de reconstituer les différentes étapes de la formation de la Galaxie.

Propos recueillis par S. R.

NASA/ESA HUBBLE SPACE TELESCOPE

Le Grand Nuage de Magellan, galaxie satellite de la Voie lactée, à quelque 200 000 années-lumière, pourra être observé avec précision par Gaia.

en trois dimensions de la Voie lactée. Une vision totalement inédite. Mais les astronomes ne s'arrêteront pas là, puisque l'objectif du milliard d'objets célestes recensés comprend aussi le repérage de plus 500 000 astéroïdes — gros blocs rocheux —, et de dizaines de milliers d'exoplanètes de masse analogue à celle de Jupiter. Les observations de Gaia devraient aussi permettre de comparer notre galaxie avec celles du Groupe local — le village de galaxies auquel nous appartenons — et avec environ 10 millions de galaxies plus éloignées. Et, dans le lointain, il auscultera 500 000 galaxies très énergétiques, les quasars.

L'informatique de Facebook utilisée pour traiter les données

Huit heures par jour, Gaia enverra ainsi des flux de données vers deux antennes de 35 mètres de diamètre situées à Cebreros, en Espagne, et à New Norcia, en Australie, soit des deux côtés de la planète. *« Le volume correspondra à 55 gigaoctets par jour. Ce qui équivaudra, au bout de cinq ans, à 100 téraoctets ou 250 000 DVD de données ! Rappelons qu'un milliard d'objets seront observés 60 à 80 fois chacun, soit 60 à 80 milliards d'observations ! »*, explique Benoît Frezouls, responsable système du centre de traitement de données Gaia au Cnes. Vertigineux ! Sans compter que le nombre d'observations sera multiplié par celui des instruments utilisés : soit quelque 700 milliards de mesures astrométriques, 150 milliards de mesures spectrophotométriques, 15 milliards de mesures spectroscopiques. Autant de données qu'il faudra traiter pour les rendre lisibles par la communauté scientifique. Comment ? Sachant qu'il faudrait plus de trente ans de calculs ininterrompus pour arriver à produire un tel catalogue à raison d'une seconde consacrée au traitement de chaque étoile... *« Qui, actuellement, parvient à gérer un milliard d'entrées simultanément ?*, interroge Benoît Frezouls. *Facebook ! Nous allons donc reprendre à notre compte le système informatique Hadoop utilisé par Facebook, un système capable d'opérations d'analyse à grande échelle sur des réseaux de serveurs ».* Le catalogue final Gaia est prévu pour 2020. Et de même que les réseaux Internet ont changé notre manière de communiquer, ce « Facebook des étoiles » devrait changer notre vision du monde céleste. ■

LE GOÛT DES SCIENCES

organisé par le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche

PRIX 2013
LE GOÛT
DES SCIENCES

L'accès du plus grand nombre à l'univers des sciences, vous semble-t-il esssentiel ?
Vous menez des actions en ce sens ?

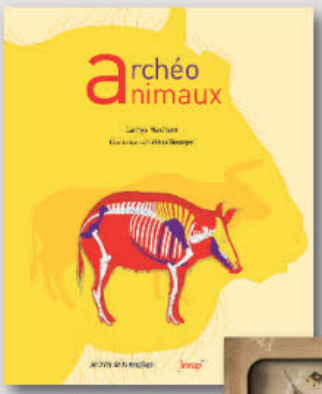
Participez à la prochaine édition du Prix « le Goût des Sciences »

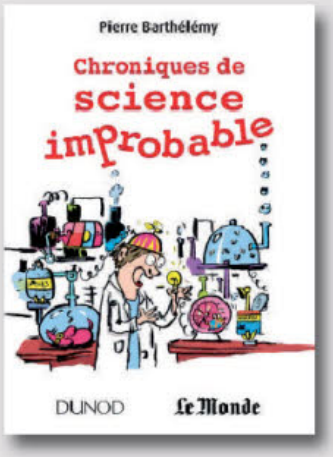
Le jury du **Prix 2013** a distingué

- **Archéo animaux**
  de Lamys Hachem
  et Hélène Georges
  (Actes Sud Junior/INRAP)
  dans la catégorie
  la "**Science expliquée aux jeunes**"

- **Les étoiles brillent pour tous**
  de Didier Barret
  dans la catégorie
  les "**Scientifiques communiquent**"

- **Chroniques de science improbable**
  de Pierre Barthélémy
  (Éditions Dunod)
  dans la catégorie
  du "**Livre généraliste**"





- **Timeline**
  (éditions Asmodée)
  Mention spéciale
  "**Produit ludo-éducatif**"

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

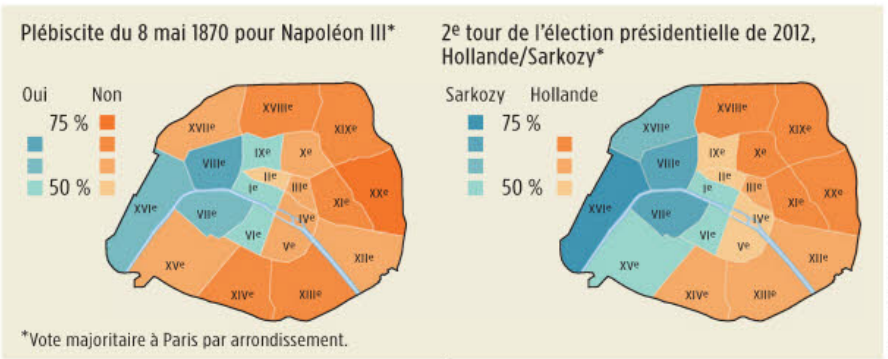
Retrouvez toutes les informations sur
www.enseignementsup-recherche.gouv.fr

MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE

Les statistiques, un outil pour décrypter les comportements électoraux

L'analyse « multiniveau » permet de mesurer l'influence d'un contexte local sur un phénomène survenu à plus grande échelle. Exemple avec les élections.

PARIS EST UNE VILLE UNIQUE. Pour son patrimoine, mais aussi pour la constance de son comportement électoral. Ainsi, l'outil statistique aide à comprendre pourquoi depuis 1870 — même si à l'époque les femmes ne votaient pas — jusqu'à aujourd'hui, la capitale a conservé le même comportement électoral singulier en ce qui concerne le clivage gauche/droite. *« Pour résumer, à l'ouest, on vote à droite, à l'est à gauche et aucune autre grande ville au monde ne présente un tel écart »*, explique le géographe Frédéric Salmon. Pourtant en un siècle et demi, la population de Paris a beaucoup évolué.



La répartition des camps politiques dans Paris s'est globalement maintenue depuis 140 ans.

Les sondages aident à comprendre le clivage

L'analyse « multiniveau » *(lire l'encadré)* peut aider à comprendre la permanence de cette répartition. Pour cela il faut d'abord déterminer le bon niveau d'« agrégation » des résultats du vote. Pour comprendre, prenons le second tour de l'élection présidentielle de 2012. *« Si l'on regarde le résultat du vote par département, alors la ville de Paris — un seul département — forme une tache rose homogène : 55,60 % en faveur du candidat François Hollande. Une homogénéité qui ne laisse donc rien apparaître de la variabilité du vote des Parisiens »*, explique Jean Chiche, du Cevipof, centre de recherches politiques de l'Institut d'études politiques de Paris. Il faut « descendre » à l'échelle de la commune — c'est-à-dire de l'arrondissement — pour faire apparaître la fameuse dichotomie : les arrondissements à l'ouest affichent jusqu'à 78 % des votes (XVIe) pour le candidat de droite, contre 71 % à l'est (XXe) en faveur du candidat de gauche *(voir la carte)*. Il faut ensuite procéder par sondages successifs à l'échelle de l'individu pour comprendre la stabilité de ce clivage.

« L'étude à petite échelle montre que les ouvriers qui votaient à gauche ont, certes, déserté l'est de Paris, mais ils ont été remplacés par des professions artistiques ou médiatiques partageant le même camp politique », explique Frédéric Salmon. Comme toutes les grandes villes du monde dans les pays de libre marché, la taille de chaque périmètre permet une totale autarcie commerciale, culturelle et même familiale, ce qui perpétue l'étanchéité sociale. ■ **Azar Khalatbari**

THÉORIE

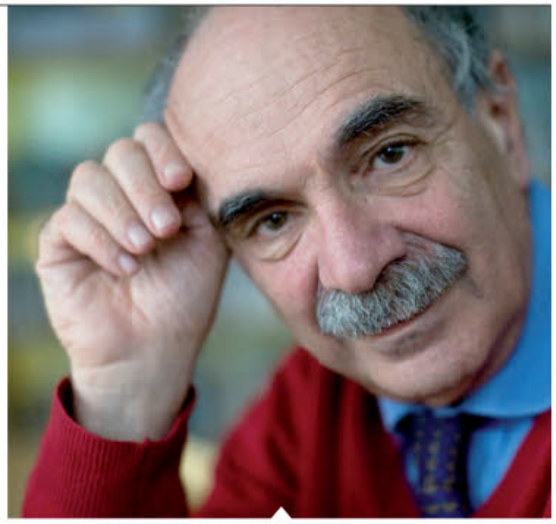
La méthode d'analyse multiniveau

Cette méthode statistique qui sert beaucoup en sciences sociales a été introduite en France par Daniel Courgeau, de l'Institut national d'études démographiques, au milieu des années 1970. Elle permet de mesurer l'influence de l'individu dans un phénomène qui survient à plus grande échelle : par exemple le vote d'un quartier, la ville ou la région..., et de ce fait, déterminer le poids d'un contexte local ou d'un caractère individuel sur un phénomène régional. Pour cela, il faut déterminer le « bon niveau d'agrégation » — ici la commune —, et chercher — notamment à l'aide de sondages — le « coefficient de corrélation » entre un paramètre de l'individu (par exemple son emploi, le voisinage, son équipement numérique) et l'information à plus grande échelle. Une corrélation nulle signifie que le paramètre considéré n'intervient pas du tout. Plus la corrélation est proche de l'unité, plus le comportement de l'individu a joué un rôle important dans le phénomène à plus grande échelle.

MICHEL WIEVORKA
SOCIOLOGUE

« Ce n'est pas la science qui va mal, mais la société »

Pour cet humaniste engagé, la science doit réenchanter la vie collective.



DIDIER GOUPY / SIGNATURES

Directeur d'études à l'EHESS de Paris et administrateur de la Fondation Maison des sciences de l'homme, Michel Wievorka préside le comité scientifique des Entretiens d'Auxerre.

La science serait-elle dans une mauvaise passe pour que les Entretiens d'Auxerre s'y intéressent ?
Non, au contraire ! Nous lui faisons confiance et voulons réfléchir à ses liens avec la société. C'est cette dernière qui va mal.

Faire confiance à la science, qu'est-ce que cela signifie ?
Il y a eu des périodes historiques, notamment à l'époque des Lumières, où la science était partie prenante du mouvement du progrès. Philosophes et scientifiques travaillaient ensemble en vue du bien commun. Il y a eu d'autres périodes, de grand doute cette fois. Dans les années 1970, on s'est mis à critiquer la notion de progrès, on a soupçonné la science d'être liée au productivisme, d'accompagner la destruction de la planète... Mais nous n'en sommes plus là.

Vraiment ?
Il me semble qu'on est allé trop loin dans ces critiques. Si on veut que notre société retrouve confiance, cela implique d'avancer de conserve avec les scientifiques.

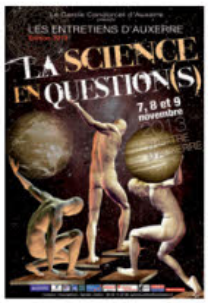
Selon un sondage TNS Sofres en juin, les scientifiques étaient cités à 41 % comme ceux à qui on accorde « le plus confiance pour faire progresser la société »...
Cela me réjouit. La méfiance concerne les politiques, les médias et éventuellement les intellectuels. Les scientifiques y échappent. Ils apparaissent capables et porteurs de progrès. Notre société prend conscience que la science peut réenchanter notre vie collective.

Y a-t-il néanmoins un risque qu'ils se coupent de la société ?
Oui, si leur recherche devient une fin en soi. S'ils travaillent sans qu'il y ait de lien avec une attente de la société. Sachant que leur recherche doit, dans le même temps, rester libre.

Vous aviez d'abord appelé votre colloque « Aux sciences, citoyens ! » Pourquoi l'avoir changé ?
Notre premier titre avait déjà été adopté par une vingtaine de rencontres ! Mais notre idée est bien d'être dans un mouvement où citoyens et scientifiques débattent.

De quelle façon ?
« États généraux », « conférences de consensus », je trouve tout cela très utile. Dans le monde entier, on s'interroge sur la science et sa finalité. Il faut que les citoyens posent des questions aux scientifiques et que ces derniers se sentent interpellés. L'idée n'étant pas que les deux fusionnent : que les citoyens se croient scientifiques ou que les scientifiques se réduisent à leur dimension de citoyens.

PARTENARIAT SCIENCES AVENIR

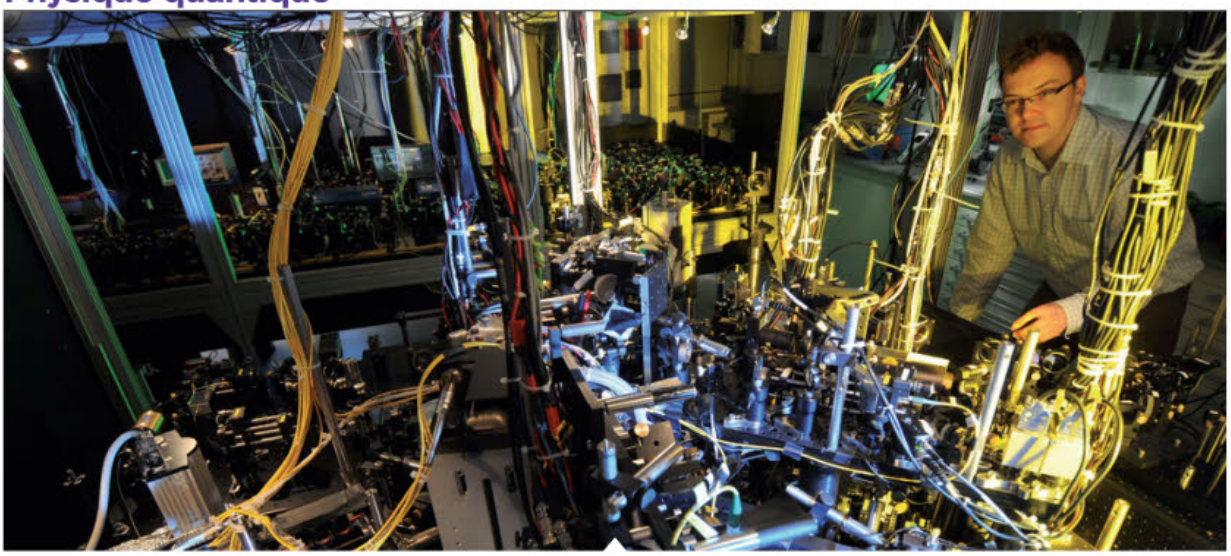


« La science en question(s) »
Entretiens d'Auxerre du 7 au 9 novembre, organisés par le Cercle Condorcet d'Auxerre, accès libre et gratuit. Théâtre d'Auxerre : 54, rue Joubert, 89 000 Auxerre
Renseignements : sylvain.joliton@wanadoo.fr

Certains thèmes vous importent-ils plus que d'autres ?
Je suis frappé par la hantise actuelle de la catastrophe et les questions de développement durable, le risque, le principe de précaution. Nous nous intéresserons aussi à la façon dont se produit la science. À l'influence de l'argent, des convictions religieuses, de la politique, à l'importance du débat démocratique.

L'utilisation de la langue anglaise en France a réveillé certaines colères. What is your opinion ?
Notre pays s'est longtemps vécu comme rayonnant et attirant pour ne pas avoir à se poser la question de sa langue. Mais aujourd'hui, il s'agit de savoir s'il accepte de contribuer à un mouvement mondial et global... en parlant anglais. Cela me semble absolument indispensable. ■

Propos recueillis par Dominique Leglu



THORSTEN NAESER/MPQ

C'est sur une table quantique (ici, celle de Munich, en Allemagne) que des quantons ont pu être assemblés.

La première molécule de lumière

Des scientifiques sont parvenus à unir ensemble deux photons, édifiant ainsi l'équivalent d'une molécule.

ASSEMBLER DEUX PHOTONS est quelque chose de totalement inédit à l'échelle subatomique, où l'individualisme des particules est de mise. C'est pourtant l'exploit réalisé par Ofer Firstenberg, de l'université Harvard (Cambridge, États-Unis), Thibault Peyronel (MIT, Cambridge) et leurs collègues. Ils ont publié la recette dans le magazine *Nature* du 25 septembre.

En premier lieu, expédier un photon dans un nuage d'atomes de rubidium ultrafroid (un millième de degré seulement au-dessus du zéro absolu, -273 °C). Le résultat est immédiat : la particule lumineuse freine brusquement d'un facteur un million pour passer de 300 000 km/s à 400 m/s. Ensuite, introduire un second photon. « *Dans le nuage ultrafroid, les photons "sautent" d'un atome de rubidium à l'autre, les portant chacun à leur tour dans un état d'excitation intense, nommé état de Rydberg* », explique Marc Cheneau, du laboratoire Charles-Fabry à Palaiseau (Institut d'optique-CNRS).

Seulement, quand un atome se trouve excité par un photon, il devient insensible aux charmes du second. À tel point que deux atomes porteurs de photons ont tendance à se repousser violemment. Quelle est alors la trajectoire conjointe des deux photons dans le nuage : ont-ils tendance à s'éloigner l'un de l'autre ou à se rapprocher ? Intuitivement, on pourrait penser qu'ils se fuient comme la peste, chacun nuisant au parcours de l'autre. Seulement, comme à l'échelle quantique rien ne coule de source, c'est l'inverse qui se produit : les photons se rapprochent pour faire route commune sous la forme d'une nouvelle entité semblable à une molécule. Du point de vue des applications, ce travail trouve sa place dans le domaine de l'informatique quantique où l'interaction entre photons permettra de réaliser des calculs d'une puissance inégalée. ■

Hervé Ratel

UNE AUTRE EXPÉRIENCE

Quand deux magnons se rencontrent...

Ces « particules » au comportement magnétique sont également restées solidaires.

Dans le même numéro de *Nature* était opportunément publié les résultats d'une autre équipe, parvenue à marier non plus des photons, mais des magnons : des « particules » au comportement magnétique. Avec ses collaborateurs, Takeshi Fukuhara, de l'institut Max-Planck de Garching (Allemagne) a refroidi et piégé une chaîne d'atomes de rubidium dans les nœuds du réseau formé au croisement de plusieurs rayons laser. Au départ, tous les atomes de la chaîne se trouvaient dans le même état de spin : pointant vers le haut. Les chercheurs ont ensuite retourné la boussole quantique de deux atomes contigus en les bombardant d'un faisceau de micro-ondes. Le résultat rejoint celui de l'équipe américaine : les deux quantons sont restés solidaires. « *Une expérience qui réalise une prédiction de 1931 jamais observée jusqu'alors* », précise Marc Cheneau, qui a participé à ce travail.

En cherchant Majorana, Le physicien absolu

Etienne Klein, Équateur essais/ Flammarion, 170 p., 17 €

Ettore Majorana a été un météore illuminant de mille feux le ciel de la physique théorique du début du XX[e] siècle. Le Sicilien a suscité l'admiration des plus grands, Fermi, Pauli, Heisenberg..., parmi ceux qui ont jeté les bases de la physique moderne, bâti les fondements de notre compréhension du monde. Sa disparition mystérieuse à l'âge de 32 ans, qu'il a lui-même organisée, n'a cessé d'intriguer, comme un acte d'inachèvement fascinant... Le physicien Etienne Klein — que cette fin obsède depuis longtemps — nous emmène sur les traces du génie. Avec lui, nous partons en voyage pour retrouver sa famille, ses écrits et son esprit qui hante encore les lieux fréquentés. Il brosse les nombreuses facettes de la personnalité de cet éternel jeune homme taciturne et secret, refusant de publier ses travaux tant ils lui semblaient d'une limpide évidence... Pour donner le goût de la physique fondamentale. ■ **Azar Khalatbari**

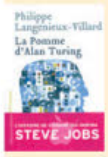
La Fin du hasard

Igor et Grichka Bogdanov, Grasset, 216 p., 20 €

Le hasard gouverne-t-il la science et l'Univers ? Le débat est ancien. Il est illustré par ce célèbre échange entre Einstein et Bohr, en 1927 à Bruxelles : *« Dieu ne joue pas aux dés »*, lance Einstein. Et Bohr de répondre : *« Mais qui êtes-vous donc, mon cher Albert, pour dire à Dieu ce qu'il doit faire ? »* D'une plume alerte et romancée, les frères Bogdanov retracent les péripéties scientifiques de ce concept de hasard, abordant ainsi les théories de la mécanique quantique, de la relativité générale, de l'information, etc., avec limpidité. À la fin, cependant, la démonstration tourne à la farce lorsque les jumeaux se mettent eux-mêmes en scène comme acteurs du débat : dans leurs calculs effectués pour leur thèse, ils auraient trouvé l'existence d'un champ scalaire au début de l'Univers, qui serait à l'origine de l'énergie noire, découverte quelque temps après ! Rien de moins. De même, ils auraient été les premiers à avoir envisagé un avant Big Bang... Une fin à leur propre gloire, donc. ■ **S. R.**

LA POMME D'ALAN TURING

Philippe Langenieux-Villard, éd. Héloïse d'Ormesson, 224 p., 17 €



Ce roman lumineux et sensible raconte la vie d'Alan Turing, le père de l'informatique et de la cryptologie, qui fut contraint à prendre des œstrogènes pour « soigner » son homosexualité. Persécuté, il se suicida le 7 juin 1954. C'est seulement en 2009 que Gordon Brown, alors Premier ministre britannique, a présenté les excuses officielles et posthumes du gouvernement. ■ **A. Kh.**

GÉNIE TOI-MÊME !

Philippe Brasseur, Casterman, 80 p., 14,50 €

Comment développer son intelligence ? En s'inspirant des génies ! Prendre des notes comme Léonard de Vinci, observer comme Alexander Fleming... Au-delà de l'exemple d'artistes et de scientifiques géniaux, ce livre propose des astuces et petits exercices pour développer sa curiosité et sa détermination. Stimulant ! À partir de 9 ans. ■ **C. M.**

LA DERNIÈRE MISSION D'ÉDOUARD K

Christophe Chaffardon, Le Pommier, 176 p., 12 €

Pour son grand-père malade, Loup, 12 ans, va tenter d'obtenir un autographe de l'astronaute Édouard K. Mais pourquoi celui-ci refuse-t-il toute sollicitation, et surtout toute signature ? C'est ce que découvrira Loup aidé de Bertille, une amie intrépide, et de Lilly, une jeune astronaute. Un livre bien documenté, avec une intrigue réaliste, parfois un peu fade. ■ **C. M.**

La Brève Histoire de ma vie

Un « Olni » : un objet littéraire non identifié. C'est ce que vient de nous livrer, avec son dernier opus, le physicien britannique Stephen Hawking. Le projet principal est un récit autobiographique. Une enfance normale, dans une famille intellectuelle aimante. L'homme sédentaire qu'est devenu Stephen Hawking, cloué par la maladie sur une chaise roulante, s'attarde volontiers sur les maisons où il a vécu, théâtres importants de sa vie. Il a le parcours classique de l'étudiant brillant : Oxford, Cambridge. Mais la maladie (de Charcot) se déclare durant ces mêmes années, évolutive, incurable. À 21 ans, comment se concentrer sur ses études lorsque l'on sait qu'on ne vivra peut-être pas assez longtemps pour finir sa thèse ? Mais l'homme est un optimiste incurable : *« Après tout, puisque ma vie allait prendre fin à un moment ou un autre, autant la consacrer à faire le bien. »* Il ne meurt pas et, se dit-il, cinquante ans après, *« je peux être satisfait de ma vie »*. Marié deux fois, trois enfants, une carrière remarquable, des succès littéraires. Tout au long de ce livre, il fait preuve d'autodérision sur son handicap. Mais ce qui rend avant tout si étonnant le récit, c'est que ce parcours de vie est indissociable de l'évolution de sa pensée scientifique, qu'il entremêle le récit de sa vie de couple avec des réflexions sur les ondes gravitationnelles, ou les trous noirs. Il nous offre, pour finir deux magnifiques chapitres de physique limpide sur le voyage dans le temps et le temps imaginaire. Un petit livre touchant d'un grand homme pétulant de vie et d'humour. ■

Stephen Hawking, Flammarion, 176 p., 16,30 €

Sylvie Rouat

L'Empire romain a construit trois lignes de défense impressionnantes contre les tribus au nord de l'Angleterre.

La première frontière impériale

Soixante-dix ans avant le célèbre mur d'Hadrien, une première ligne d'ouvrages fortifiés est érigée par les Romains en 70 de notre ère. Sur 100 kilomètres, tours de guet, forts et fortins sont dressés dans l'actuelle campagne écossaise pour contenir au nord les tribus insoumises des Caledonii qui s'opposent à l'invasion de l'île entreprise en 43. Quatre des meilleures légions de l'empire sont engagées dans cette conquête, dont la IX Hispania (ci-contre, un porte-enseigne).

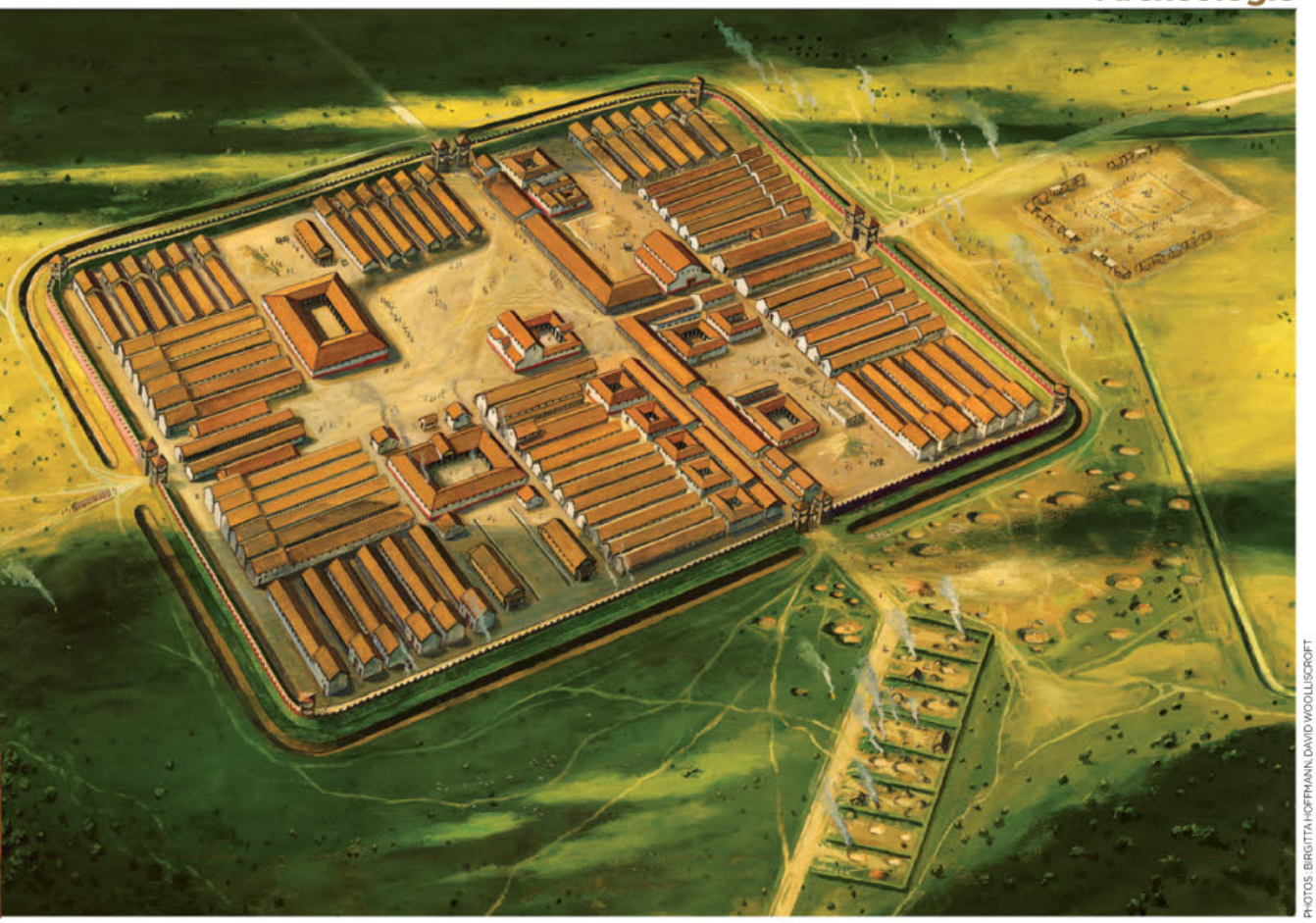
Quand Rome scrutait la ligne verte des Highlands

Une nouvelle ligne de fortifications est en cours de fouille en Écosse. Des vestiges qui obligent à réécrire l'histoire de la conquête de la Grande-Bretagne par les légions romaines.

Par Bernadette Arnaud

Turbulente Caledonia qui a tant effrayé les Romains... En Écosse, on connaissait déjà le mur d'Hadrien et, plus au nord encore, le mur d'Antonin. Désormais, il faut compter avec une autre ligne de défense, à la limite des Highlands... Avec ses 100 kilomètres serpentant à travers le pays, cette frontière constituée d'une quarantaine de fortifications est l'un des vestiges antiques les plus surprenants d'Europe du Nord. Les archéologues britanniques rassemblent peu à peu les pièces de cet immense puzzle avec un sentiment croissant d'étonnement. Car cette ligne de défense, méconnue il y a à peine quelques années encore, se révèle bien antérieure aux ouvrages militaires référencés jusqu'alors. Ce qui les oblige à réécrire l'histoire de la conquête de l'île par les Romains.

Pendant longtemps, les chercheurs s'étaient en effet concentrés sur d'autres édifices militaires, plus apparents, dont le monumental mur d'Hadrien, classé sur



PHOTOS : BIRGITTA HOFFMANN, DAVID WOOLLISCROFT

La forteresse d'Inchtuthil *(ici reconstituée en illustration)* située sur la première ligne de frontière, a été édifiée vers 82 par les troupes de Gnaeus Julius Agricola venues combattre les tribus calédoniennes (écossaises). Elle a été par la suite occupée par la fameuse Legio XX Valeria Victrix, soit 5000 soldats romains accompagnés de troupes auxiliaires. Sa superficie couvrait 21,5 ha. Les récentes découvertes dévoilent aussi, à l'extérieur, les débuts d'une ville civile, avec des habitats occupés par des populations locales. Le système de défense comprenait aussi des ouvrages fortifiés plus petits comme celui d'Ardoch, près de Dunblane, au sud-ouest d'Inchtuthil *(ci-dessous, les vestiges)*.

la liste du Patrimoine mondial de l'humanité. Avec ses 117 kilomètres d'épaisses murailles de pierre et de tourbe, le *Vallum Aelium* a été érigé à partir de 122 entre les estuaires de la Solway Firth et de la Tyne. De même, les archéologues connaissaient un second rempart, édifié vingt ans plus tard par Antonin le Pieux, fils adoptif d'Hadrien, sur la portion la plus étroite de l'île. Mais les scientifiques mettent désormais au jour cette autre frontière élevée soixante-dix ans plus tôt, s'étirant entre la Clyde, à l'ouest de Glasgow, et Stonehaven, au sud d'Aberdeen. *« Il ne s'agit pas d'un mur ni d'un fossé continu comme pour ceux d'Hadrien et d'Antonin, mais d'un système où se succèdent forteresses, fortins et tours de guet »*, expliquent Birgitta Hoffmann et David Woolliscroft, de l'université de Liverpool, les deux archéologues à l'origine du projet « Roman Gask », l'étude de cette « première frontière impériale ». Ce système défensif était destiné à protéger les légions romaines cantonnées en Angleterre des tribus farouches du nord. En effet, après deux tentatives sans succès menées par César (55 et 54 avant notre ère), l'empereur Claude réussit à envahir Britannia (la Grande-Bretagne) en 43 de notre ère. Quatre des légions les plus puissantes de Rome ainsi que des troupes auxiliaires constituées de mercenaires non romains, soit 40 000 hommes, débarquent dans la région de l'actuel port de Douvres. Dans les dix années qui suivent, les Romains prennent le contrôle du sud de l'Angleterre et du pays de Galles. Mais dès les années 60, sous le règne

MURS D'HADRIEN ET D'ANTONIN

Un système défensif très élaboré

Le mur d'Hadrien et celui d'Antonin formaient un système défensif sur la frontière extérieure de l'empire, à la limite de l'Angleterre et de l'Écosse actuelles. Construit vers 122, le mur d'Hadrien était composé de quatre éléments : un fossé de 13 m de large et quatre de profondeur, une route de circulation, un mur de pierre haut de 5 mètres avec parapet et créneaux et enfin, une seconde voie. Des tours d'observation étaient élevées tous les cinq cents mètres, des portes et des fortins tous les 1600 m, et des forts plus imposants chaque 10 km. Une vingtaine d'années plus tard, le mur d'Antonin vient doubler au nord, sur 58 km, cette première ligne de protection. S'il présente la même structure, il est bâti principalement en bois et en terre, formant d'énormes buttes. Ces deux remparts étaient complétés par des routes allant vers le nord. On estime que les effectifs stationnés sur le *limes* atteignaient environ 10 000 hommes, constituant la frontière la plus puissamment défendue de tout l'Empire romain. D'autres voies partant de ces deux ouvrages permettaient de rejoindre, vers le sud, les grandes garnisons des légions à York, Caerleon, Chester, et Londinium (Londres). Toutefois, rappelle l'historien Yann le Bohec : *« Ces troupes ont fait d'étonnants mouvements d'avancées et de replis, occupant parfois un mur, tantôt l'autre, voire les deux en même temps, sans que l'on sache encore véritablement pourquoi. »*

ROBERT READ

Constitué de tourbe et de pierre, le mur d'Hadrien s'élevait sur cinq mètres de haut, ponctué de tours de guet et de forts.

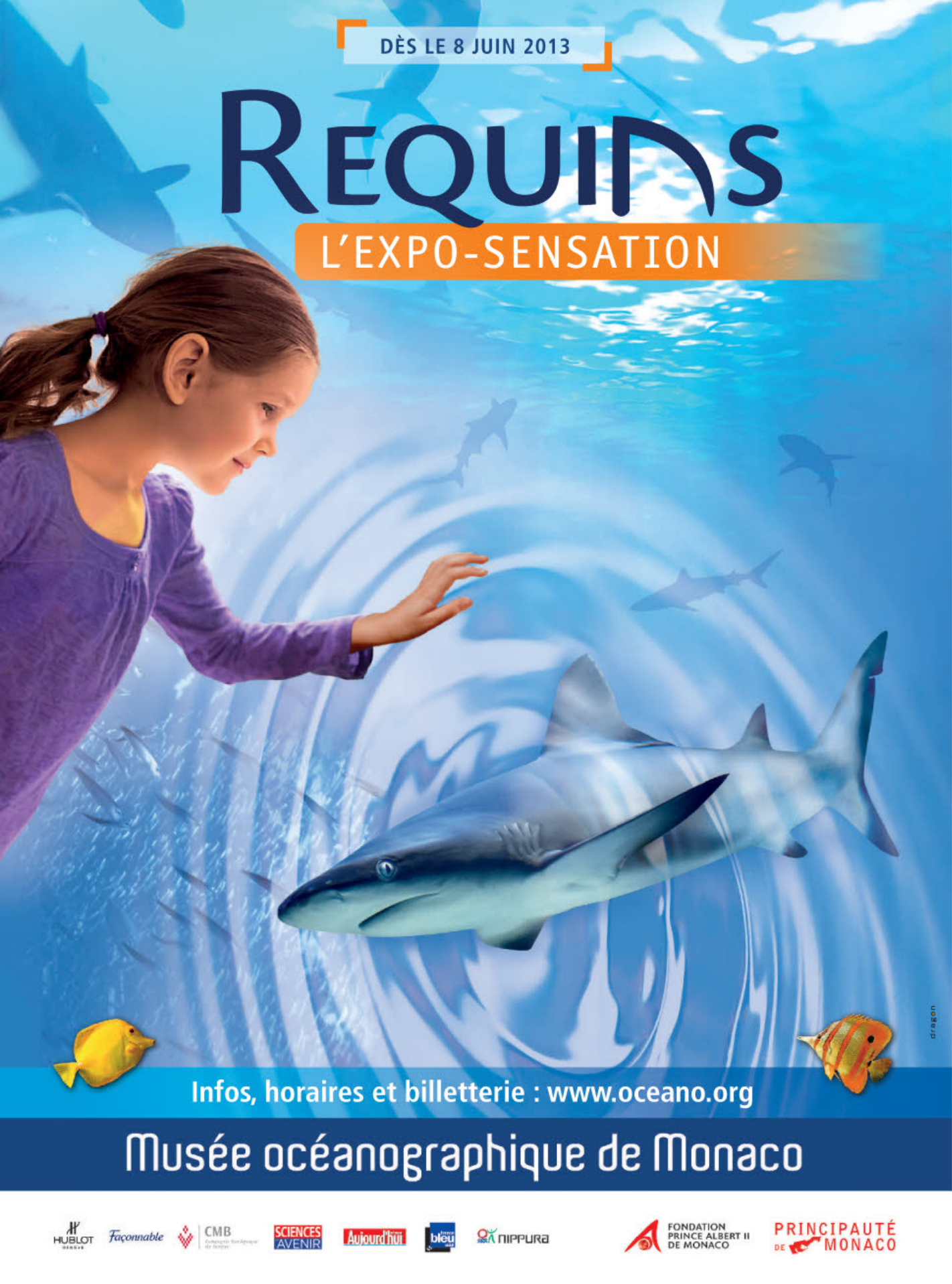
de Néron, les Romains doivent faire face à de violentes révoltes, en particulier celle conduite par Boudicca (Boadicée), la reine des Icéniens (peuple de l'actuel comté de Norfolk). Le soulèvement est finalement maté par le général Suetonius Polinius. Mais après cette reprise en main, les Romains décident, pour prévenir toute nouvelle menace, de conquérir la totalité de l'île, et donc d'envahir l'Écosse (Caledonia). Le général Gnaeus Julius Agricola entreprend de soumettre la Calédonie pour mettre au pas les tribus récalcitrantes des Highlands. *« C'est sous son commandement et celui des gouverneurs qui lui ont succédé sous les Flaviens (Vespasien, Titus, et Domitien), de 69 à 96, qu'a été érigée cette première ligne de défense*, explique Birgitta Hoffmann. *Le but était de contenir et surveiller les Caledonii, un ensemble de tribus hostiles considérés comme les ancêtres des Pictes* [ce nom n'apparaît qu'au III^e^ siècle], *les fameux "hommes peints". »*

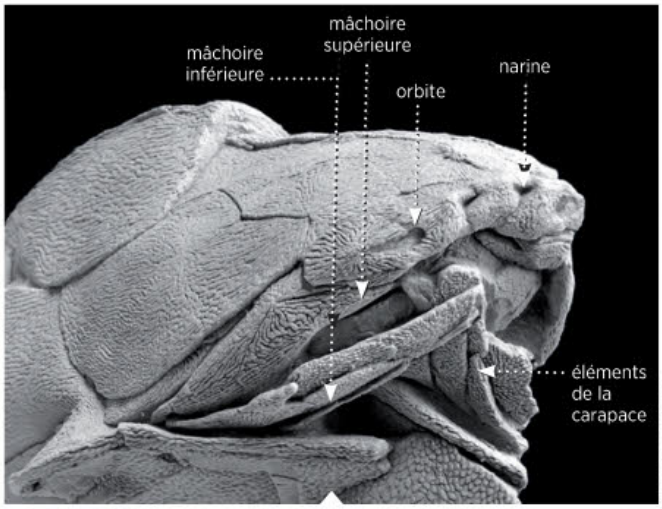
Les Romains choisissent d'établir un réseau de forts s'appuyant sur la barrière naturelle que forment les Highlands. C'est ainsi que, reliés par des routes, sont érigées d'impressionnantes forteresses comme celle d'Inchtuthil, mais aussi des forts, fortins et tours de guet comme Camelon, Ardoch, Cargill, Strageath, Stracathro ou encore Raedykes. Selon leurs dimensions, on estime que ces ouvrages pouvaient abriter une ou plusieurs centuries d'infanterie et de cavalerie (de 80 à 100 hommes) et jusqu'à des unités de 500 hommes (cohortes). En cas d'alerte, pour communiquer, les tours de guet placées en avant de la frontière envoyaient des signaux codés par une fumée blanche ou noire. Sur les tours, les soldats plaçaient aussi des poutres dont la position avait une signification convenue. Les routes romaines étaient également parcourues par des courriers, les frumentaires.

Les fortifications sont soudainement abandonnées

Cette première expérience de frontière fortifiée constitue les prémices de ce qui allait devenir, avec le mur d'Hadrien, le *limes* romain. La limite ultime du monde soumis aux lois de Rome. *« C'est-à-dire un obstacle, mais aussi une délimitation politique et religieuse de l'empire »*, explique l'historien Yann le Bohec, de l'université Paris-Sorbonne. La conquête ne s'est pas faite sans heurts. *« Elle a été émaillée de grandes batailles, particulièrement celle du mont Graupius en 83, où 30 000 Caledonii ont été tués par les légions d'Agricola »*, explique Birgitta Hoffmann.

Les fouilles laissent toutefois apparaître que cette ligne défensive a été soudainement abandonnée en 86. En effet, aucune des monnaies romaines retrouvées sur place n'est postérieure à cette date. Un départ précipité qui serait dû à un redéploiement de l'armée impériale. *« L'empereur Domitien rencontrait à l'époque d'énormes difficultés sur le Danube*, rappelle Yann le Bohec. *Il lui fallait contenir les Daces* [peuple de l'actuelle Roumanie] *qui tentaient de pénétrer en Italie. »* Ces légionnaires d'élite partis, la frontière est ramenée plus au sud, d'abord au niveau du mur d'Hadrien, puis vingt ans plus tard, à celui d'Antonin. ■


DÈS LE 8 JUIN 2013
REQUINS
L'EXPO-SENSATION
Infos, horaires et billetterie : www.oceano.org
Musée océanographique de Monaco
HUBLOT
Façonnable
CMB
SCIENCES AVENIR
Aujourd'hui
bleu
nippura
FONDATION PRINCE ALBERT II DE MONACO
PRINCIPAUTÉ DE MONACO



WANG ZHU ET AL./ NATURE

La tête d'*Entelognathus primordialis* présente des éléments étonnamment modernes, caractéristiques des ostéichtyens, nos lointains ancêtres.

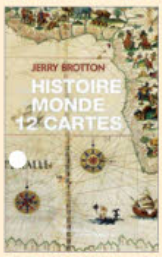
Le poisson qui change l'évolution

Un fossile de 418 millions d'années oblige à revoir l'arbre de l'évolution des vertébrés.

L'ancêtre des vertébrés à mâchoires — humains compris — ne serait pas une sorte de requin primitif mais un poisson blindé et édenté... C'est ce que suggère la découverte, en Chine, d'une mâchoire de quelques centimètres, vieille de 418 millions d'années mais à l'allure étonnamment moderne. Son propriétaire, baptisé *Entelognathus primordialis*, est doté d'un squelette externe composé de plaques osseuses formant une carapace, comme les placodermes, un groupe de poissons disparus. Mais ses petits os crâniens, ses maxillaires et ses joues sont typiques des poissons osseux, les ostéichtyens. Un groupe qui a donné naissance à tous les autres vertébrés à squelette... reptiles, oiseaux et mammifères.

On pensait jusqu'alors que les squelettes externes des placodermes et les squelettes internes des ostéichtyens avaient évolué séparément. Avec ce nouveau fossile, les paléontologues doivent revoir l'arbre de l'évolution des vertébrés. « *Les ostéichtyens n'ont pas acquis leur squelette osseux dans leur coin, ils l'ont hérité de leurs ancêtres, les placodermes, des poissons caparaçonnés*, analyse Brian Choo, de l'Institut de paléontologie des vertébrés et de paléoanthropologie de Pékin. *Du coup, le groupe incluant les requins et les raies ne fait plus figure de grand ancêtre des vertébrés. Et en termes d'évolution, cela signifie qu'ils ont dû se débarrasser progressivement des plaques osseuses de leurs prédécesseurs.* » L'absence de squelette osseux serait donc une condition évoluée, alors qu'elle était considérée jusqu'à présent comme primitive. ■ **Rachel Mulot**

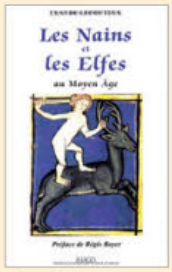
Une Histoire du monde en 12 cartes



Jerry Brotton, Flammarion, 543 p., 27 €

C'est une petite tablette de cire babylonienne aux caractères cunéiformes, vieille de 2500 ans, qui est considérée comme la toute première carte du monde. Déjà, elle plaçait Babylone au centre, montrant à quel point cette volonté de l'intelligence humaine de donner un ordre et une forme à l'espace est un enjeu de pouvoir. À travers 12 cartes emblématiques, Jerry Brotton, professeur d'histoire à l'université Queen Mary de Londres, nous emmène jusqu'à la cartographie en ligne (Google Earth), s'interrogeant sur la démocratisation — ou non — des représentations du monde qu'elle autorise. ■ **Carole Chatelain**

Les Nains et les Elfes



Claude Lecouteux, Imago, 222 p., 21 €

Une plongée au cœur du monde des nains et des elfes... bien loin des idées reçues et des contes merveilleux de Walt Disney. Creusant le terreau de nos croyances ancestrales, remontant aux sources, Claude Lecouteux nous émerveille en rappelant par exemple que les nains, aux origines, n'étaient ni gentils... ni petits ! Il a fallu l'arrivée du christianisme et son exécration du paganisme pour que leur image soit à jamais dévaluée. Quant aux elfes, empruntés aux antiques civilisations germaniques, ils sont des génies « beaux et bons » vivant dans leur demeure céleste. ■ **C. C.**

Requins de la préhistoire à nos jours

Gilles Cuny, Alain Bénéteau, Belin, 218 p., 27,90 €

Le grand blanc, c'est l'arbre qui cache la forêt. Les requins forment depuis 400 millions d'années une branche d'une grande diversité. L'histoire démarre avec d'humbles poissons cartilagineux, gros comme des sardines, dans l'ombre de poissons cuirassés. Elle explose ensuite avec les requins cuirassés, électriques ou volants, équipés de tentacules, de grappins... et même d'une spirale dentaire. Le paléontologue Gilles Cuny remonte le temps avec érudition, l'illustrateur Alain Bénéteau signe 150 dessins délicieusement à l'ancienne. ■ **R. M.**

Une formidable diversité

12 fois par an, l'actualité des savoirs pour tous

N° 789 Découverte sur les géants

N° 790 Trous noirs errants

N° 791 Les Évangiles secrets

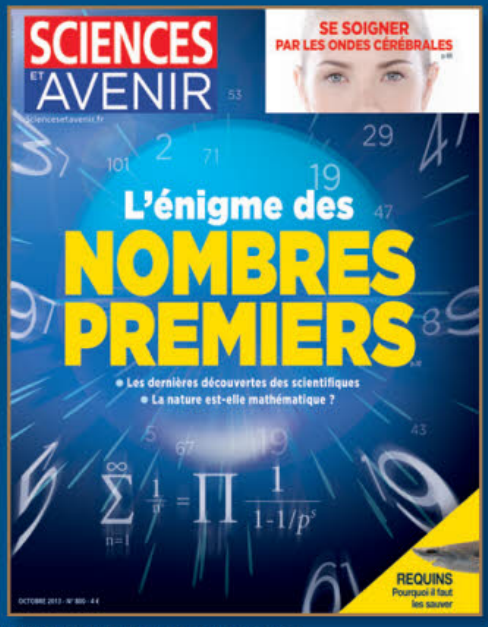
N° 792 Spécial vision

N° 793 L'expérience qui défie Einstein

N° 794 L'origine de l'Univers

N° 795 Stimulants du cerveau

N° 796 Neandertal. Pourquoi il a disparu



N° 800 L'énigme des nombres premiers

N° 797 Comment l'esprit guérit le corps

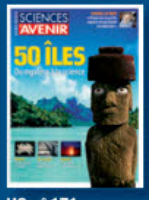
N° 798 Les extraterrestres

N° 799 La vérité sur le cholestérol

Et les hors-séries

HS n° 169 Qu'est-ce que l'Homme ?

HS n° 170 L'animal et nous



HS n° 171 50 îles, du mystère à la science

HS n° 172 La science à la conquête des 4 éléments

HS n° 173 Les origines de nos croyances

HS n° 174 Bien manger. La santé par le naturel

HS n° 175 La vie extraordinaire des abeilles

HS n° 176 Ce qu'il faut savoir. L'essentiel de la science

Bon de commande

Je commande les numéros ci-après au prix de : **7 €** par numéro payable par chèque à l'ordre de Sciences et Avenir (port compris pour la France). Bon de commande à retourner à :
Sciences et Avenir
33, rue Vivienne, 75002 Paris.

❑ N° 789 ❑ N° 790 ❑ N° 791 ❑ N° 792
❑ N° 793 ❑ N° 794 ❑ N° 795 ❑ N° 796
❑ N° 797 ❑ N° 798 ❑ N° 799 ❑ N° 800

❑ HS N°169 ❑ HS N°170
❑ HS N°171 ❑ HS N°172
❑ HS N°173 ❑ HS N°174
❑ HS N°175 ❑ HS N°176

❑ **Commandez une reliure pour 12 numéros : 15 €**

Nom : . . . . . .
Adresse : . . . . . .
. . . . . Ville : . . . . . .
Code postal : . . . . . .

L'herbier du Muséum retrouve ses couleurs

La galerie de botanique du Muséum national d'histoire naturelle de Paris a été entièrement rénovée. Avec la numérisation finale de 6 millions de spécimens, une première mondiale, les chercheurs disposent d'une base de données moderne.

Par Loïc Chauveau

C'est la fin d'un ménage titanesque dans un lieu mythique. Après quatre ans de travaux, la galerie de botanique du Muséum national d'histoire naturelle de Paris vient de passer de l'état de capharnaüm sombre, poussiéreux et anarchique à celui de site rationnel, voué à la recherche et à la pédagogie, baigné d'une douce lumière naturelle. À l'abord de ses 220 ans, elle rouvre enfin ses portes aux chercheurs et au public le 27 novembre. Une résurrection pour cet outil essentiel à la science, considéré comme la plus vaste collection de plantes au monde avec près de huit millions de spécimens. Son lifting à 26,2 millions d'euros (15 millions pour le bâtiment, 11,2 millions pour les collections) pourrait laisser des regrets : les antiques armoires de bois aux portes vitrées font désormais place aux rangements métalliques pratiques mais anonymes qui ont envahi les salles de documentation du monde entier. Ce nouvel univers paraîtrait même froid si la rénovation n'avait libéré les immenses baies et les lustres Art déco de ce bâtiment classé Monument historique.

Au département de phanérogamie du Muséum, les botanistes trient et sélectionnent les herbiers anciens avant de leur attribuer une destination dans les nouvelles salles rénovées.

La rénovation s'imposait : elle a permis de remettre de l'ordre dans les 8 millions de petits dossiers accumulés et les 500 000 « types » — le modèle de l'espèce décrit par les chercheurs — conservés dans des chemises rouges pour les distinguer des spécimens ordinaires. « *Nous avons pris la décision de chambouler l'organisation. Nous avons abandonné le classement par zones géographiques pour préférer celui par grandes familles de plantes, épousant ainsi les besoins de la recherche* », détaille Odile Poncy, responsable de la partie botanique du chantier de rénovation. Ainsi, toutes les *malvaceae* (roses trémières, hibiscus, mauves mais aussi baobabs et cacaoyers) du monde entier sont-elles réunies sur les mêmes étagères et leurs graines et fruits secs dans une même « carpothèque » toute proche.

Six millions de spécimens ont été scannés

Une rationalisation dont se félicite par exemple le botaniste Thomas Haevermans, spécialiste des bananiers au Muséum, heureux de ne plus avoir à courir entre les différents étages dévolus à l'Afrique, l'Asie du Sud-Est et l'Amérique. De plus, un million de plantes qui n'avaient pas été traitées à leur arrivée faute de temps, de place ou de moyens, et qui étaient donc restées en déshérence dans les armoires ou les couloirs de la galerie, ont pu réintégrer les collections. La rénovation a aussi été l'occasion de numériser l'intégralité du fonds, une première dans le monde où les autres grands herbiers (Washington, New York, Londres, Édimbourg) hésitent

EX NIHILO/LOOKATSCIENCES

« C'est un irremplaçable outil de connaissance, il fait le lien entre les travaux des différentes générations de scientifiques »

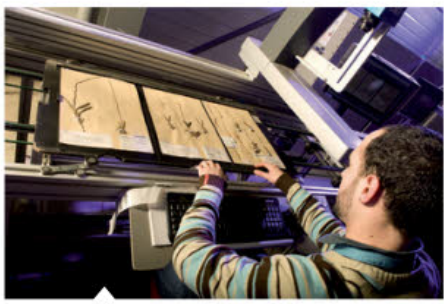
Thomas Haevermans, botaniste au Muséum national d'histoire naturelle

PHOTOS : CARLOS MUNOZ YAGUE/LOOKATSCIENCES AVEC L'AIMABLE COLLABORATION DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

Les plantes, jusqu'alors conservées dans du papier journal, doivent être « attachées » : chaque échantillon est fixé sur une feuille avec son étiquette.

à sauter un pas technologique aussi important. Pour ce faire, *« le Muséum a confié à une entreprise privée spécialisée 200 000 spécimens par mois pendant trente mois »*, explique Odile Poncy. Il a fallu, pour l'occasion, inventer un scanner inversé pour éviter de devoir tourner les feuilles du spécimen sur la plaque de verre, manœuvre qui risquait de provoquer des pertes de matière végétale. Ces clichés sont aujourd'hui librement à la disposition des scientifiques et des amateurs sur le Web*.

Il était toutefois important de conserver l'ensemble des échantillons car les spécialistes privilégient toujours l'observation *in situ* du matériel végétal. En effet, contrairement à une idée reçue, un herbier ne se résume pas à des fleurs et des feuilles séchées entassées dans des tiroirs que personne ne vient jamais ouvrir... Il reste au contraire une base de données primordiale pour la recherche, y compris à l'heure du numérique. La rénovation va donc faciliter l'accès direct des professionnels comme des amateurs à ces millions de spécimens glissés entre des feuilles de papiers ou des pages de journaux. Car on n'a encore rien trouvé de mieux que cette technique « archaïque » pour collectionner les végétaux ! *« Pour les conserver, il faut en effet les sécher très vite afin que les tissus ne soient pas attaqués par les moisissures*, témoigne Thomas Haevermans. *Et pour ce faire, en pleine nature, le papier journal est ce qu'il y a de mieux. »* L'arrivée de la photo numérique a, certes, facilité les choses, mais elle ne remplacera jamais la cueillette d'un échantillon, ni même le dessin



La numérisation des planches (comme l'herbier d'algues rouges, à droite) a été confiée à une société privée. Les images sont stockées sur un serveur, accessible depuis le site Web du Muséum.

CARLOS MUNOZ YAGUE/LOOKATSCIENCES AVEC L'AIMABLE COLLABORATION DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE

Les chercheurs ont pu extraire de l'ADN de fleurs de bananier conservées au Muséum. Ils peuvent ainsi rechercher les gènes d'intérêt dans cette espèce sauvage, par exemple ceux résistant à certaines maladies.

et l'aquarelle. « *Un herbier, c'est d'abord un irremplaçable outil de connaissance et de mémoire*, poursuit le chercheur. *Il fait le lien entre les travaux des différentes générations de scientifiques. Ainsi, pour mes recherches, je profite de collectes réalisées il y a un siècle qui m'indiquent les endroits ainsi que les dates de floraison et de fructification des espèces que j'étudie.* »

Ce matériel peut même être analysé génétiquement

Le botaniste peut ainsi reconstruire l'évolution d'un groupe végétal, sa disparition d'une région ou sa réadaptation dans une autre. Surtout, ce matériel végétal, même le plus ancien datant du XVII[e] siècle, est également disponible pour des analyses d'ADN, permettant tout à la fois d'éviter de confondre des espèces différentes, de comprendre leur évolution, mais aussi d'aller chercher des gènes d'intérêt dans des espèces sauvages. « *C'est crucial dans le cas du bananier dont l'unique cultivar (le Cavendish), planté à grande échelle pour la production commerciale du fruit, est dévasté depuis les années 1960 par la maladie des raies noires, désormais disséminée dans le monde entier et résistante aux traitements*, assure Thomas Haevermans. *Les 70 espèces de bananiers sauvages poussant encore dans leur principale région d'origine, le Sud-Est asiatique, possèdent peut-être les gènes de résistance aux ravageurs* ». Paris en possède justement quelques « types ». Ainsi, les 10 000 spécialistes des plantes recensés dans le monde peuvent visiter les 3400 herbiers recensés sur la planète, à la recherche des espèces qui les intéressent. 300 chercheurs étrangers passent par exemple par le Muséum parisien tous les ans. Échanges entre musées, dons de botanistes amateurs, découvertes scientifiques : l'herbier parisien est une collection vivante qui continue à pousser tous les jours. Chaque année en effet, 10 000 à 15 000 spécimens viennent encore enrichir les collections. Et on est loin d'imaginer une fin. Si 300 000 espèces végétales ont été décrites à ce jour, il reste un nombre encore inconnu de plantes à découvrir. ■

THOMAS HAEVERMANS

La cueillette et l'étude sur le terrain, comme ici pour cette fleur de bananier sauvage (*Musa splendida A.* Chevalier), qui ne pousse qu'au Viêt Nam et en Chine, continuent d'être à la base du travail de botaniste, alimentant ainsi les herbiers.

Les herbonautes, petites mains de la science

Passer l'herbier au scanner ne suffit pas. Encore faut-il créer la banque de données informatique contenant les informations pour chaque spécimen et donc y introduire les renseignements écrits à la main par les botanistes sur de petites étiquettes. Une personne se consacrant ainsi à temps plein à la retranscription des 8 millions d'étiquettes de la collection devrait y travailler pendant... 500 ans ! Aussi le Muséum fait-il appel à des amateurs pour remplir cette « mission ». À ce jour, 325 000 fiches ont déjà été réalisées.

www.lesherbonautes.mnhn.fr

* http://coldb.mnhn.fr/

LE + NUMÉRIQUE
Les détails du chantier de rénovation de l'herbier du Muséum en vidéo :
http://sciav.fr/15Ti58Z

Le loup reprend du poil de la bête

250 animaux ont été recensés en France sur des territoires de plus en plus variés. Le prédateur profite de vastes espaces délaissés par l'homme.

D'APRÈS LE DERNIER DÉCOMPTE de l'Office national de la chasse et de la faune sauvage (ONCFS) publié en septembre, ils sont 250 en France. Les loups ont été repérés dans pas moins de 515 communes et on les voit de façon régulière dans 271 d'entre elles. Cet été, *Canis lupus italicus* est arrivé en Lozère. En 2008, année où l'on a commencé les comptages, ils étaient moins de 200 sur 319 communes. Depuis, ils ont quitté les hauteurs du parc national du Mercantour pour occuper l'ensemble de l'arc alpin ainsi que de petits territoires des Vosges et des Pyrénées-Orientales *(voir la carte)*.

VALERY HACHE / AFP

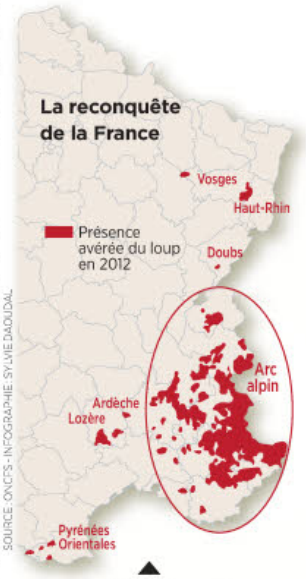
« Canis lupus » a fait son apparition en Lozère cette année.

Il recolonise le territoire de façon erratique

Pourquoi une telle progression alors que le loup avait officiellement disparu de France en 1940 ? *« En 1970, il ne restait que quelques individus en Italie, dans les Abruzzes. Protégée, l'espèce est remontée par les Apennins pour réapparaître dans le Mercantour français en 1992 »*, raconte Jean-François Darmstaedter, président de Ferus, l'association pour la conservation du loup, de l'ours et du lynx en France. Sur son chemin, le loup trouve des conditions favorables : alors que presque la moitié des Français vivaient encore à la campagne en 1940, il ne sont plus que 14 % de ruraux aujourd'hui. Espèce craintive et nocturne, le loup profite ainsi des vastes espaces délaissés par l'homme. Des espaces où de surcroît les ongulés sauvages pullulent. Or chevreuils et cerfs, mais aussi bouquetins, chamois et mouflons constituent l'ordinaire de ce prédateur. Pour l'heure, le loup recolonise le territoire de façon erratique : *« En meute, seul le couple dominant peut se reproduire, ce qui amène des individus à quitter le groupe pour accomplir des dizaines de kilomètres de nuit, empruntant routes et ponts »*, estime Éric Marboutin, expert de l'espèce à l'ONCFS. C'est ainsi que les loups ont délaissé le Jura pour s'arrêter dans les Vosges. *« Potentiellement, tout le Massif central, les Pyrénées, les Vosges et le Jura lui sont favorables »*, poursuit Éric Marboutin. Il n'y a n'a donc pas de raisons pour que la progression de l'espèce cesse. Sauf si l'homme l'arrête. Ce que souhaitent les éleveurs de moutons. On a comptabilisé 1874 attaques de troupeaux en 2012 et 6102 pertes d'animaux indemnisées par l'État. C'est 30 % de plus qu'en 2011.

150 000 loups
dans le monde
10 000 à 20 000
en Europe
(hors Russie)
2500 en Espagne
500 à 800 en Italie
250 en France

Malgré cela, le « plan loup » 2013-2017, dévoilé en mai, a réaffirmé le statut d'espèce protégé de l'animal. Sauf dérogation, il est interdit de l'abattre. Ces dérogations sont en hausse : 24 « prélèvements » pourront être effectués en 2014 — alors qu'entre 2008 et 2012, seuls 7 loups ont été officiellement abattus. Mais pas de quoi empêcher l'espèce de poursuivre sa colonisation du territoire français. ■ **Loïc Chauveau**



Venu d'Italie, le canidé a gagné toutes les Alpes, avant de s'aventurer au-delà.

FRANCIS HALLÉ
BOTANISTE

« Il faut sept siècles pour faire une forêt primaire »

Les travaux du chercheur ont inspiré à Luc Jacquet un scénario de film enchanteur.

SONIE ROCHE CINEMA/TRISTAN JEANNE-VALES-2013

Ancien professeur de botanique de l'université de Montpellier, Francis Hallé est spécialiste des forêts tropicales humides.

La scène d'ouverture d'*Il était une fois la forêt *vous montre perché à 70 m de haut sur un arbre majestueux. Le tournage a-t-il été un défi ?
J'ai grimpé aux arbres et fréquenté la canopée pendant plus de 30 ans, et je continue : l'an dernier au Laos, en septembre en Guyane. Je me sens magnifiquement bien là-haut. Le problème, c'est plutôt de me faire descendre ! La première fois, j'avais 22 ans, l'âge de Darwin lorsqu'il a découvert la forêt primaire du Brésil. Pour moi, c'était la forêt de Taï en Côte d'Ivoire et, comme lui, j'ai été ébloui. Au début de ma carrière, il y avait de la forêt primaire sur tous les continents. Aujourd'hui il n'en subsiste que des lambeaux.

Où perdurent ces biotopes exceptionnels ?
En Afrique — autour du fleuve Congo —, en Amérique du Sud, sur le piémont des Andes, en Amazonie, en Asie, en Nouvelle-Guinée. En Europe, il subsisterait une forêt en Biélorussie... mais sans faune. Seules celles très difficiles d'accès, difficilement exploitables, ont été épargnées. C'est dramatique, car il faut au moins sept siècles pour faire une forêt primaire selon des travaux que j'ai menés en 1978*. Et dix siècles sous le climat européen ! Ces chiffres ont agi comme un déclic chez le cinéaste Luc Jacquet, réalisateur de *La Marche de l'empereur*. Il a imaginé un scénario où l'on partait d'une forêt rasée pour la voir se régénérer.

En combien d'étapes se fait cette genèse ?
Trois. La forêt rasée, les graines qui végétaient dans le sol germent et font naître les arbres pionniers. Ils poussent vite (9 mètres par an pour le *Schizolobium*), meurent au bout de 50 ans. S'installent alors les arbres secondaires, pour trois à quatre siècles. De croissance plus lente, ils développent des relations sophistiquées avec les autres êtres vivants (végétaux, animaux, champignons), de la prédation à la coévolution. S'il n'y a pas d'exploitation, la forêt primaire s'installe alors au bout de 700 ans, par petites touches. L'être humain y circule facilement au sol, les lianes y sont très abondantes, le nombre d'espèces animales et végétales est à son apogée. La canopée recèle la plus grande biodiversité de la planète.

Où avez-vous tourné ?
Au Gabon et au Pérou, dans de très belles forêts, mais pas primaires car il fallait se déplacer avec équipe et matériel. Le défi de Luc Jacquet était de filmer des êtres immobiles. Après être allés sur le terrain en Guyane, nous avons travaillé dans mon cabinet de Montpellier. J'ai été impressionné par la rapidité avec laquelle il a « enregistré » des centaines de données scientifiques. Il a dessiné un *story board* qui va de l'infiniment grand à l'infiniment petit, qui montre les arbres comme des êtres sensibles et communiquant, des voyageurs, des guerriers, de grands séducteurs ! Les effets spéciaux ont permis de représenter en accélération le processus de régénération de la forêt. Le résultat est enchanteur.

« Il était une fois la forêt » (Disney Nature), sortie en salles le 13 novembre. À paraître, sous le même titre, un livre documentaire aux éditions Actes Sud. 240 p., 450 photographies et illustrations, 35 €

Qu'espérez-vous avec ce film ?
Gamin, j'ai vu *Le Monde du silence* de Cousteau. C'est mon modèle. Le public a découvert un univers sous-marin dont il ignorait tout. Cela a fait faire un bond à la recherche océanographique et à la protection de la mer. Nous espérons, Luc et moi, susciter pareille prise de conscience. Cela faisait 20 ans que je rêvais de faire un tel film. Seul un mouvement de l'opinion publique peut freiner la déforestation tropicale.

Propos recueillis par Rachel Mulot

**Tropical Trees and Forests*, Hallé, Oldeman, Tomlinson PB. 1978, éditions Springer.

Le Futur, six logiciels pour changer le monde

Al Gore, La Martinière, 594 p., 29,90 €

Après le succès du film *Une vérité qui dérange* (2006), Al Gore, colauréat du prix Nobel de la paix (2007) pour ses réflexions sur le changement climatique, se livre à un exercice de futurologie optimiste. Il identifie six forces motrices émergentes susceptibles de modifier radicalement la marche du monde. Il analyse l'évolution de la globalisation économique et la révolution du monde numérique. Il parie sur l'avènement de technologies scientifiques innovantes, annonce une relation inédite entre l'homme et son écosystème. Et livre un plaidoyer réussi pour un nouvel équilibre des forces économiques et politiques et la fin d'un monde fondé uniquement sur la croissance. Quelques pages passionnantes racontent comment l'insurrection de la Commune de Paris (1871) a entraîné un climat de dérégulation totale des entreprises aux États-Unis que les deux présidents Roosevelt combattront vigoureusement. La mondialisation, déjà ! ■ **R. M.**

Incertitudes sur le climat

Katia et Guy Laval, Belin, 264 p., 19 €

Comme la météorologie, la climatologie n'est pas une science exacte, ses prévisions comportent une part d'incertitudes. Or, c'est dans cette marge d'erreur que s'engouffrent les climato-sceptiques pour nier le changement en cours. Deux physiciens font ici le point avec pédagogie et humilité sur les limites des modèles, la complexité de la machine Terre, les points à améliorer. Au final, on est frappé par la continuité des résultats depuis quarante ans et la stabilité de la sensibilité du climat à la concentration de CO_2. *« On connaît mal le climat futur parce que l'on pose des questions de plus en plus précises »*, expliquent-ils. Le temps du politique n'est pas forcément celui du scientifique. ■ **R. M.**

PLUS HAUT QUE MES RÊVES

Nicolas Hulot, Calmann-Lévy, 328 p., 18,50 €

Les tribulations sincères d'un animateur de télévision casse-cou devenu un ardent défenseur de l'environnement, créant une fondation, s'entourant de scientifiques, discutant de solutions concrètes avec les politiques. Et un témoignage mordant sur sa candidature déçue à la présidentielle 2012. ■ **R. M.**

LE GOÛT DES MOTS

Françoise Héritier, Odile Jacob, 96 p., 10,90 €

L'anthropologue du Collège de France Françoise Héritier joue avec les mots, leurs sens, leurs racines, partageant plaisirs et découvertes de la langue. Et *« recrée la jouissance de Babel, comme le fait l'enfant qui ne veut pas choisir entre son désir de comprendre et la tentation constante du merveilleux »*. Un régal. ■ **R. M.**

LE LOUP EST REVENU

Anne Vallaeys, Fayard, 347 p., 19 €

D'un côté, le vécu partagé de bergers du Mercantour traumatisés par les attaques répétées du carnassier sur les brebis. De l'autre, une analyse de la cohabitation avec le loup. Le tout étant trop léger et trop partisan. Jean-Marc Moriceau avec *L'Homme contre le loup. Une guerre de deux mille ans*, paru en 2011, avait beaucoup mieux su rendre la complexité de cette confrontation. ■ **A. De B.**
(Lire aussi p. 79.)

Sezin Topçu, Seuil, 352 p., 21 €

La France nucléaire

Comment expliquer le succès de la nucléarisation de la France en dépit de fortes résistances citoyennes et des craintes qu'inspire cette technologie ? C'est à ce paradoxe que s'attaque la sociologue des sciences Sezin Topçu. Dépassant le constat connu d'un « État nucléaire » (où cabinets ministériels, organismes publics et entreprises de l'énergie sont trustés par le corps des X-Mines), elle décortique la dialectique des nucléocrates et *« les stratégies gouvernementales pour contenir — réprimer, contourner, devancer, coopter, canaliser, et même "scientifiser" — les critiques »*. On suit ces rapports de force au long de quatre décennies, rythmées par le repli puis le renouveau de la protestation en France. Au départ, c'est le « choix autoritaire » qui est contesté. Dix ans plus tard, après Tchernobyl, le « risque radiologique » est brandi. Des laboratoires indépendants et des militants contre-experts se forment, la revendication devient celle de la « transparence ». Mais à ce jeu, selon la sociologue, la nucléocratie se montrera la plus forte, en *« institutionnalisant les acteurs critiques »* (comités encadrés, débats bidons) et en aseptisant le discours (un accident devient un « événement »). Le chapitre final sur Areva au Niger est glaçant. Un éclairage utile. ■ **Rachel Mulot**

MARK ADAMS CORBIS

Les maladies neurologiques, les états psychologiques, les émotions altèrent les différentes composantes de la voix.

Ce que la voix dit de notre santé

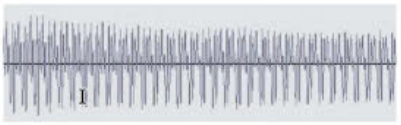
De nouveaux outils vont permettre de dépister la maladie de Parkinson, la dépression ou l'apnée du sommeil en écoutant une simple vocalise.

Par Elena Sender

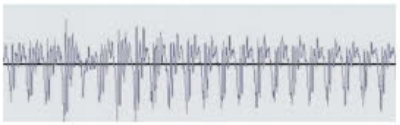
« *Allô ! Docteur ? » « Dites aaaa... !* » Voici peut-être ce qu'on entendra demain en appelant son médecin. Une simple vocalise au téléphone et, en quelques secondes, un programme d'analyse vocale établira un diagnostic. C'est en tout cas ce que promettent les recherches de Max Little, professeur assistant à l'université d'Aston (Grande-Bretagne) et au Media Lab du MIT (États-Unis). Le chercheur met en effet la dernière main à un outil destiné à détecter en quelques secondes sur un échantillon vocal... la maladie de Parkinson ! Pour ce faire, il a collecté par téléphone, dans le cadre d'une campagne,« Parkinson Voice Initiative », 17 000 vocalises d'individus du monde entier, malades ou non. Grâce à l'analyse de ces données, un prototype d'outil de dépistage devrait être achevé en 2014. « *Voix et état de santé sont liés. Car les maladies neurologiques, les états mentaux, les émotions altèrent ses composantes* », explique Elizabeth Fresnel, phoniatre et fondatrice du Laboratoire de la voix, à Paris. « *Grâce à la voix nous pourrons, dans un futur proche, diagnostiquer les signes avant-coureurs de certaines maladies neurodégénératives* », confirme Christophe Haag, chercheur en sciences du comportement *(lire l'encadré p. 83)* à l'EMLyon.

Pour comprendre, il faut se souvenir que la maladie de Parkinson se caractérise par une perte de neurones cérébraux dits dopaminergiques, sécrétant de la dopamine, un neurotransmetteur impliqué dans les fonctions motrices et cognitives. D'ordinaire, l'avancée de la maladie est évaluée à l'aide de tests neurologiques, sur une échelle de 176 points appelée « *unified parkinson's disease rating scale* » (UPDRS), 0 correspondant

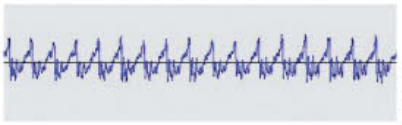
ANALYSE VOCALE Tracés traduisant la phonation de la voyelle prolongée « aaaaa »



VOIX NORMALE Le signal a une grande régularité des oscillations et de l'intensité.



MALADE DE PARKINSON Le signal est irrégulier avec des changements d'intensité.



PARKINSON SÉVÈRE Le signal est faible et voilé.

MAX LITTLE

à une personne saine et 176 à une incapacité totale. « *Ce procédé est long et coûteux*, explique Max Little. *Après ma thèse à Oxford, je me suis intéressé à l'analyse du signal vocal et j'ai rencontré un responsable d'Intel* [société qui conçoit des microprocesseurs]. *Concerné lui-même par la maladie de Parkinson, il cherchait à développer un outil de détection et de suivi objectif, rapide, qui fonctionne sans personnel spécialisé. Intel avait déjà engrangé des données en testant un système de télémonitoring à domicile. J'ai travaillé à partir de cela.* »

5923 échantillons audio ont été analysés

Le mathématicien savait en effet qu'un des symptômes de Parkinson est l'altération de la voix, les groupes musculaires utilisés dans la production de la parole étant touchés par la maladie. « *Dès le premier stade, la maladie modifie la modulation et le timbre*, observe Marie Vidailhet, professeure de neurologie et travaillant à l'Institut du cerveau et de la moelle épinière, à Paris. *C'est donc l'un des indices de diagnostic. Une étude récente a montré que 78 % des patients avec un Parkinson débutant présentaient ce type d'altération.* »

Pour son étude, Intel avait mesuré chaque semaine pendant six mois l'évolution de la voix de 42 malades, diagnostiqués depuis moins de cinq ans. Dans ces tests figurait l'enregistrement avec un micro-casque de « phonations » (son émis) de voyelle prolongée comme « *aaaaa...* ». Max Little et ses collègues ont passé ces 5923 échantillons audio à la moulinette de différents algorithmes d'analyse vocale pour détecter les altérations communes aux malades, appelées « dysphonies ». Dans une publication de 2009, Max Little a ainsi pu comparer le score obtenu à partir de l'analyse d'une dizaine de dysphonies au score des tests de l'UPDRS : « *Notre score "vocal" pouvait prédire l'UPDRS à 7,5 points près* », conclut-il. En 2011, il analyse de nouveau ces données mais en prenant en compte cette fois jusqu'à 132 dysphonies et en distinguant les voix d'hommes et de femmes. Bingo ! Les algorithmes prévoient l'UPDRS à 1,5 point près pour les hommes et 2,15 pour les femmes.

Enfin, son équipe encode les enregistrements avec un système simulant un réseau de téléphone portable pour se rapprocher des conditions d'une communication réelle. La prédiction est un peu moins bonne — 3,5 points pour les hommes, 2,9 pour les femmes — mais encore « *tout à fait pertinente* », selon Max Little.

Aujourd'hui, son équipe s'est attelée à la description des 17 000 échantillons de voix recueillis par téléphone pour finaliser un outil réaliste à l'intention des médecins. « *Cet outil ne me paraît pas nécessairement utile dans la pratique médicale de soins, où le diagnostic doit être étayé par un faisceau d'arguments*, affirme

ESSAI

Ainsi parlait la Joconde...

La Joconde possédait une voix relativement basse avec des tons dans le médium, et un peu nasillarde étant donné la largeur de son nez... Telle est la conclusion de l'acousticien Matsumi Susuki, du Japan Acoustic Lab, qui a utilisé des techniques d'analyse de morphologie faciale pour reconstituer la voix de Monna Lisa. De la même façon, le premier humain ayant vocalisé serait Neandertal, car il avait un os hyoïde (petit os en fer à cheval situé sous la mâchoire et la langue) semblable au nôtre et un gros cerveau. Voilà un aperçu des histoires relatées dans *Vox Confidential**, un ouvrage passionnant pour lequel son auteur Christophe Haag, chercheur en sciences du comportement est allé interroger dix experts pour qui la voix est un outil de travail, comme Christophe Caupenne, négociateur du Raid, ou un objet de soins et de recherche, comme la phoniatre Elisabeth Fresnel, pour un résultat qui fourmille d'histoires vécues et de données scientifiques. Avec, à la fin, des astuces pour donner le meilleur de sa voix. Par exemple face à un public, « *il faut parler en direction de l'audience. Car avoir une position désaxée risque de créer un œdème au niveau de vos cordes vocales et de vous fatiguer* », note l'auteur. Mais aussi : « *Pas de dîner copieux la veille d'une prise de parole, car les remontées acides abîment la voix. Ni de calmants ou d'excitants juste avant votre discours, car cela affecte l'articulation.* »

On se le tiendra pour dit.

* *Vox Confidential, une enquête inédite sur la voix humaine.* Christophe Haag, éd. Michel Lafon (sortie le 31 octobre).

LE + NUMÉRIQUE
Écoutez la voix reconstituée de la Joconde sur **http://sciav.fr/1fqFSkP**

Le véhicule des émotions

Les informations transmises par le corps et le cerveau influent sur la voix, qu'il est impossible de maîtriser complètement.

« *Je compare la voix à la palette d'un peintre*, estime Elizabeth Fresnel, phoniatre, directrice du Laboratoire de la voix, à Paris. *On peut user des différentes couleurs de sa voix pour tout exprimer. Comme à l'écrit, on peut faire du gras, du souligné, des points d'exclamation ou d'interrogation ou faire varier la fréquence.* » Et même les voix les mieux maîtrisées laissent filtrer les émotions pour des raisons tout simplement... physiologiques.

La voix naît dans les poumons, le souffle passant ensuite à travers le larynx pour faire vibrer les cordes vocales (*voir l'infographie*). « *Les cordes vocales sont situées dans le larynx, à la hauteur de la 5e cervicale en général, l'ensemble étant relié par des muscles et ligaments à la machoire, la base du crâne, les omoplates, les clavicules et le sternum*, poursuit la phoniatre. *De ce fait, tout le corps — la posture, la respiration — module la voix.* » Le cerveau aussi. « *Plusieurs neurotransmetteurs sont essentiels à l'impact de l'émotion sur des régions profondes du cerveau telles que l'aire péri-acqueducale grise qui modifie et agit directement sur le larynx par l'intermédiaire du nerf vague*, explique Didier Grosjean, du Centre interfacultaire en sciences affectives à l'université de Genève. *En cas de grande émotion, il se contracte, donnant la sensation de "gorge serrée", le souffle passant alors difficilement et la voix se brisant.* » De plus, deux bandes musculaires situées au-dessus des cordes vocales (baptisées « fausses cordes vocales ») se contractent en cas d'anxiété et la voix sort plus difficilement.

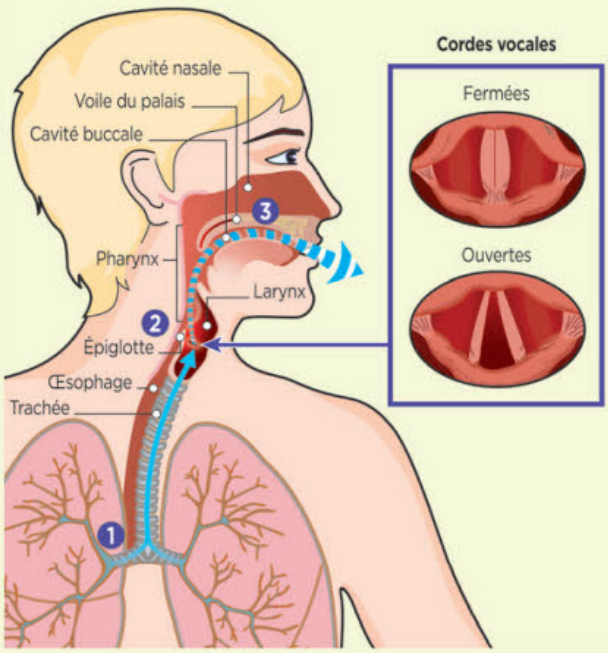
Par ailleurs, l'angoisse provoque des remontées acides qui vont imprégner les cordes vocales, générer une inflammation, et peuvent aussi "casser" la voix. « *En retour, notre cerveau détecte les émotions véhiculées par la voix d'autrui*, poursuit Didier Grosjean. *Quand on entend par exemple un "quoi ?!" tonitruant, un processus d'analyse immédiat se met en place.* » Le son, arrivé à notre oreille, fait vibrer l'air dans le tympan, les osselets, puis le liquide dans la cochlée tapissée de cils. Selon que la voix est grave ou aiguë, ce ne sont pas les mêmes cils qui s'activent. Chaque cil stimule les premiers neurones « entendants » qui conduisent aussitôt l'information jusqu'au cortex. « *Dans le cas d'une voix agressive, les noyaux de l'amygdale cérébrale s'activent, entraînant des modifications corporelles : les mains deviennent moites, le cœur accélère, les muscles sont prêts à l'action. La tête pivote instinctivement pour aller à la source du son et voir s'il y a un danger.* » Le corps est donc bien modifié par la voix. **E. S.**

DR

« Elle est comme la palette du peintre. On use des différentes couleurs pour s'exprimer »

Élisabeth Fresnel, directrice du Laboratoire de la voix, à Paris.

Trois paramètres caractéristiques



BETTY LAFON

1 L'intensité. L'air, expulsé des poumons, remonte dans le larynx, vers les cordes vocales. La pression (variable) de l'air exercée sous les cordes vocales va définir l'intensité de la voix (qui se mesure en décibels). 50 à 60 dB pour une conversation, jusqu'à 120 dB pour le chant lyrique.

2 La fréquence. L'air traverse les cordes vocales, qui (commandées par le cerveau) s'ouvrent et se ferment. Le nombre d'ouvertures/fermetures par seconde correspond à la fréquence de la voix (ou tonalité ou hauteur), grave, aiguë ou médium, qui se mesure en hertz. Une voix médium : 100 Hz pour un homme, 200 Hz pour une femme.

3 Le timbre. L'air circule alors dans les résonateurs (gorge, bouche, fosses nasales) et va prendre sa couleur, son timbre et ses harmoniques. Elle peut être nasillarde, chaude, sensuelle, métallique, blanche, etc.

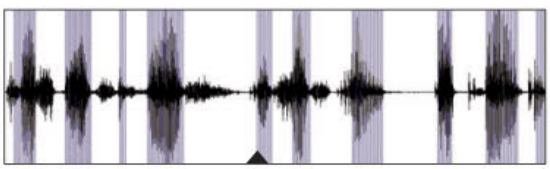
Marie Vidailhet. *Mais il pourrait servir de monitorage pour juger des effets d'un traitement ou d'une rééducation orthophonique, ou mesurer la prévalence de la maladie. Quoi qu'il en soit, tous les sujets pour lesquels il y a un doute devraient être aussitôt examinés pour confirmer ou infirmer le diagnostic.* »

La déprime se lit dans les courbes vocales

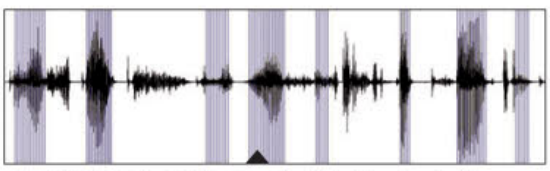
La détection d'autres maladies pourrait suivre. « *Alors qu'une voix normale couvre environ 60 % d'une octave en termes d'intonation, une voix déprimée n'en couvre que 20 à 25 %*, observe ainsi Elizabeth Fresnel qui, en un seul coup d'œil sur les courbes vocales de ses patients, peut savoir s'ils sont déprimés ou non. *C'est dû aux troubles de l'humeur.* » On pourrait donc, là aussi, diagnostiquer la maladie et suivre l'efficacité d'un traitement.

Adam Vogel, de l'Unité de neuroscience de la parole de l'université de Melbourne (Australie), et ses collègues de l'université de l'Arkansas (États-Unis) ont ainsi analysé durant quatre semaines les voix de 105 adultes souffrant d'une dépression majeure (*Biological Psychiatry*, 2012). Un premier groupe recevait un traitement antidépresseur, l'autre un placebo. Observation : plus la dépression est sévère, plus la parole est ponctuée de longs temps de pause et présente un faible débit. Et, lorsque le traitement est efficace, le profil acoustique du patient s'améliore. « *Même si nous ne sommes peut-être pas encore capables de diagnostiquer la dépression rien qu'à la voix, il semble que l'on pourrait utiliser les signaux de la parole comme indicateurs de la réponse au traitement ou de la progression de la maladie* », assure Adam Vogel. Prochaine étape, selon lui : développer un outil simple sur un terminal mobile qui évaluerait la voix des patients au début du traitement.

Mais le chercheur ne s'arrête pas là : « *Nos travaux [Neuropsychology, 2012] ont montré la présence de perturbations très subtiles de la parole chez 30 personnes porteuses d'une mutation génétique associée à la maladie de Huntington. Et ce, des années avant que les premiers symptômes apparaissent ! La voix pourrait servir d'outil de prédiagnostic.* »



Ce spectrogramme de la voix d'une personne dépressive montre un débit de paroles de 3,9 syllabes par seconde.



ADAM VOGEL, JAMES MUNDT

Après traitement antidépresseur, le débit de la voix s'accélère (4,4 syllabes/s), il y a moins de silences, plus d'intonation.

Et la liste des pathologies vocalement détectables risque de s'allonger. L'apnée du sommeil obstructive serait aussi repérable à la voix. En cause, la structure anormale des voies aériennes et des tissus mous qui entraîne des troubles de l'articulation, de la phonation et de la résonance ainsi qu'un changement des harmoniques et une nasalité, définis par une centaine de caractéristiques acoustiques. Yaniv Zigel et ses collègues de l'université Ben Gourion (Israël) ont ainsi montré en 2011 qu'un test vocal réalisé sur 93 sujets (67 malades et 26 sains) avait une excellente sensibilité pour détecter les apnéiques. « *Un tel système peut être la base d'un futur outil de dépistage* », conclut le chercheur à son tour.

À l'avenir, poser un diagnostic sera donc simple comme un coup de fil ! Mais il ne faudrait pas que certains utilisent ces données à des fins discriminatoires (embauche, assurance-vie...). ■

TÉMOIGNAGE

FIGARO PHOTO

CHRISTOPHE CAUPENNE

ANCIEN CHEF DU GROUPE GESTION DE CRISE ET NÉGOCIATION AU RAID

« La voix est l'outil du négociateur »

Sur près de 350 négociations menées au Raid en onze ans, c'est le téléphone que j'ai le plus souvent utilisé pour communiquer avec les forcenés ou les preneurs d'otages. La voix est l'outil de prédilection du négociateur, le vecteur de la confiance ou de la défiance. Le timbre, la vitesse d'élocution, la chaleur et la "couleur" de voix sont des paramètres clés pris en compte lors des tests de sélection des négociateurs par la police nationale. Sont ainsi écartées les voix "agaçantes", nasillardes, celles qui "aboient" ou les accents trop rugueux... On recherche plutôt les voix graves et suaves, rassurantes, chaleureuses. Sur les opérations, le négociateur n° 1, qui est en contact direct avec le forcené, est d'ailleurs appelé simplement "la Voix" car il travaille avant tout sur la "forme" du discours, alors que le négociateur n° 2, en retrait, travaille plutôt sur le "fond" et transmet les arguments à mettre en avant au n° 1 au fur et à mesure de l'avancée des négociations. Avec le temps, « la Voix » développe une sensibilité analytique, tout lui parle : les trémolos révélateurs d'émotions intenses, le degré de tonalité, les variations de vitesse... Le négociateur de crise se sert également de sa voix comme d'un instrument d'influence en travaillant sur une fréquence d'intimité, par exemple. Aujourd'hui j'applique ces connaissances au monde de l'entreprise en apprenant à des dirigeants à mieux négocier.

Propos recueillis par E. S.

Quelles céréales pour un petit déjeuner idéal ?

Voici quelques conseils pour s'y retrouver dans la profusion d'offres commerciales vantant les mérites des céréales matinales. Et pour profiter à fond des bienfaits de ces sources de fibres et de vitamines.

Des formes amusantes pour attirer les enfants, des vitamines et du fer pour rassurer les parents, et des arômes pour tous les goûts : les industriels mettent le paquet pour vendre leurs céréales ! Représentant un marché hexagonal de 755 millions d'euros par an, ces aliments conçus pour le petit déjeuner sont le produit céréalier le plus consommé le matin après le pain. Et l'écart ne cesse de se réduire (1). Le traditionnel petit déjeuner « continental », à base de tartines et de boissons chaudes et plébiscité par les plus âgés, est de plus en plus concurrencé par le modèle « anglo-saxon », avec céréales et jus de fruits, adopté par les jeunes générations. Celui-ci pourrait devenir majoritaire si enfants et adolescents gardent leurs habitudes en vieillissant (2).

Mais doit-on s'inquiéter de ce bouleversement de nos habitudes matinales ? Source de fibres, de micronutriments et d'amidon, les céréales en grains sont intéressantes pour la santé. Toutefois, les atouts nutritionnels des céréales du petit-déjeuner varient en fonction de leurs procédés de fabrication. Entre des flocons d'avoine et des « pépites » fourrées au chocolat ou enrobées de caramel, il existe un fossé qui sépare un produit nutritionnellement intéressant de simples friandises, certes, attrayantes, mais contenant du sucre à haute dose, voire des matières grasses qui n'ont rien à envier aux pâtes à tartiner.

1,9 kg
par an et par personne
La consommation moyenne des Français en céréales de petit déjeuner. 60 % des 3-17 ans en consomment au moins une fois par semaine, contre 17 % des adultes (7).

Elles contiennent trop de sucres ajoutés

La teneur moyenne en sucres incorporés est de 25 g pour 100 g sur l'ensemble de la catégorie des céréales, quand l'Organisation mondiale de la santé préconise qu'elle ne dépasse pas les 10 g. Flocons d'avoine et pétales de maïs nature ont les teneurs en sucres les plus faibles, avec des moyennes respectives de 4 g et 12 g aux 100 g (3). Mais beaucoup de céréales, surtout destinées aux enfants, sont enrichies en sucres dans des proportions exagérées. Celles qui sont enrobées ou fourrées affichent ainsi des teneurs moyennes de plus de 30 g aux 100 g ! Enfin les céréales dites forme contiennent tout de même autour de 21 g de sucres aux 100 g.

BERNARDO MARTINEZ POUR SCIENCES ET AVENIR

GLUCIDES SIMPLES ET COMPLEXES Composés organiques, les sucres varient par leur structure, des sucres simples à chaîne carbonée courte (glucose, fructose, saccharose) aux sucres complexes à chaîne longue (amidon). Les premiers ont un IG plus haut que les seconds.

INDICE GLYCÉMIQUE OU IG Cette valeur permet de choisir parmi les aliments glucidiques ceux dont la consommation élève le moins le taux de sucre sanguin. En dessous de 55 on parle d'IG bas et au-dessus de 70 d'IG élevé.

SON Constitué par l'enveloppe des céréales, le son fait partie des résidus obtenus après séparation de la farine par tamisage.

Leur mode de fabrication influent sur leurs qualités nutritionnelles

Les glucides complexes devraient contribuer à plus de 50 % de nos apports énergétiques journaliers. Les céréales, qui contiennent en moyenne 50 % d'amidon, en sont la principale source. Mais les hautes températures et les pressions élevées utilisées pour leur conférer une texture et des formes attrayantes détruisent la structure de l'amidon, augmentant son indice glycémique. Or les aliments à fort indice glycémique (IG) diminuent le sentiment de satiété, ce qui incite au grignotage, et contribue à augmenter le nombre de cas de diabète chez les personnes prédisposées.

Elles sont sources de fibres et de vitamines

Les céréales — avoine, orge et seigle en tête — sont riches en fibres solubles qui ralentissent la vitesse de digestion de l'amidon abaissant ainsi son indice glycémique (4). Elles sont également sources de vitamines B et E, de magnésium, de phosphore, de calcium et de fer. Ces composés se concentrent dans les tissus externes du grain, conservés dans les céréales complètes et le son, mais pas dans celles raffinées. C'est pourquoi ces dernières sont souvent supplémentées en fer et vitamines de synthèse. Une démarche inutile selon les nutritionnistes, une alimentation équilibrée suffisant à couvrir nos besoins.

Elles peuvent contenir des graisses cachées

Les lipides ne représentent en moyenne que 3 à 4 % du grain. Pour un petit déjeuner équilibré, les céréales ne devraient pas fournir plus de 7 g de lipides, par exemple sous la forme des fruits secs oléagineux des mueslis, riches en oméga 3. Mais les céréales fourrées ou les mueslis dits croustillants contiennent souvent plus de 15 g aux 100 g de matières grasses riches en acides gras saturés.

Les industriels font des efforts pour limiter les sucres

Les entreprises Nestlé et Kellogg's, qui détiennent respectivement 26 et 42 % de parts du marché français, ont signé en 2010 des chartes où elles s'engageaient à réduire la teneur en sucres simples de leurs céréales de 12 % d'ici à 2012 pour Nestlé — objectif atteint — et de 3,8 % à 15 % selon ses marques d'ici à début 2014 pour Kellogg's. Toutes deux se sont également engagées à diminuer la teneur en sodium et à augmenter celle en fibres dans leurs produits (5).

Des traces de pesticides ont été retrouvées

1 % des lots de céréales testés par la DGCCRF sont non conformes aux limites maximales de résidus de pesticides, aucun n'étant issu de l'agriculture biologique (6). Ces résidus, dont certains sont neurotoxiques à hautes doses, se concentrent dans l'enveloppe de la graine. Les céréales complètes et le son issus de l'agriculture « bio » présentent donc de meilleures garanties.

Finalement, comment s'y retrouver dans cette jungle ?

Le meilleur choix est souvent le plus simple ! Mieux vaut limiter les produits « au bon goût de miel, caramel, chocolat » et aux couleurs fantaisistes qui témoignent d'un « glaçage » au sucre (Smacks, Chocapic...) ainsi que les fourrages, riches en sucres et en graisses (Smacks Choco trésor, Miel Pops Cœur à la noisette). De même, les formes « originales » (billes Miel Pops, anneaux Cheerios) nécessitent des méthodes de fabrication qui augmentent l'indice glycémique de l'amidon. Côté muesli, les pépites « croustillantes » signent la présence de matières grasses (Kellogg's extra, Cruesli, Country crisp).
On privilégiera donc les flocons d'avoine, les pétales nature (Weetabix, All Bran, Quacker Oats) et les mueslis traditionnels (mélange de céréales et de fruits secs) sans sucre ajouté, quitte à mettre soi-même un peu de sucre ou de miel.

Marie-Noëlle Delaby

(1) **Les Pains français : évolution, qualité, production,** P. Roussel, H. Chiron, 2002, Maé-Erti éditions.

(2) **Comment évoluent les petits-déjeuners en France depuis 10 ans ?** Pascale Hébel, Les Cahiers de nutrition et diététique (2012) 47.

(3) **Étude du secteur des céréales pour petit déjeuner,** Observatoire de la qualité de l'alimentation (Oqali), 2009.

(4) **Fiber Components in barley varieties in the healthgrain diversity screen,** Anderson AAM et al, *Phytochemical and Dietary. J. Agric Food Chem*, 2008 ; 56.

(5) **Les chartes d'engagements de progrès nutritionnels.** Consultables sur www.sante.gouv.fr

(6) **Surveillance et contrôle des résidus de pesticides dans les produits d'origine végétale (2009),** Direction générale de la concurrence de la consommation et de la répression des fraudes (2009). Disponible sur le sire www.economie.gouv.fr/dgccrf

(7) **Étude individuelle nationale des consommations alimentaires 2 (INCA2) (2006-2007),** rapport de 2009, AFSSA. Disponible sur www.anses.fr

Jean-Michel Lecerf Institut Pasteur de Lille

Elles se consomment avec du lait

Prendre un petit déjeuner équilibré est important, et essentiel pour les plus jeunes, afin de couvrir les apports nutritionnels conseillés. Il doit comporter une source de céréales, une boisson, un produit laitier et un fruit. Si les céréales n'ont pas d'avantage nutritionnel sur le pain, elles présentent l'intérêt de se consommer avec du lait, couvrant ainsi les besoins en calcium, à l'heure où trop de parents ont tendance à donner à leur enfant un jus de fruit et des biscuits aux céréales le matin, au détriment des sources de calcium !

Par le Dr Pierre Miquel

3 à 4 fois plus

de risque de cancer de la tête et du cou (larynx, bouche, pharynx) chez les fumeurs exclusifs de cigare ou de pipe comparés à des non-fumeurs, selon la revue de 19 études dites cas-témoins publiées entre 1981 et 2007 et regroupant plus de 30 000 sujets âgés pour la plupart de 50 à 65 ans, dont 80 % d'hommes.

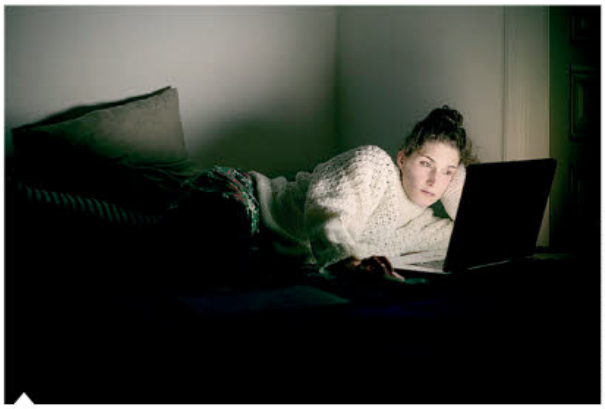
American Journal of Epidemiology, septembre 2013.

INFECTIOLOGIE

Le virus de la dengue transmis par le lait maternel

La dengue, maladie virale des pays tropicaux due à un flavivirus et responsable de complications graves (hémorragies) est transmise à l'être humain par un moustique. Mais comme pour d'autres flavivirus (virus du Nil occidental, virus de la fièvre jaune), une transmission verticale de la mère à l'enfant semble possible, par le biais de l'allaitement selon une observation recueillie en Nouvelle-Calédonie.

Clinical Infectious Diseases, août 2013



JAKUB KARWOWSKI / PLAINPICTURE

Des horaires de coucher décalés perturbent l'équilibre glycémique.

ENDOCRINOLOGIE

Diabète : il faut se coucher tôt

Pour la première fois, une étude menée sur près de 200 personnes atteintes de diabète de type II montre que les « couche-tard » contrôlent mal leur glycémie. En effet, plus le coucher est décalé, plus l'hémoglobine glycosylée (le paramètre de référence pour surveiller l'équilibre glycémique) est augmentée, et ce indépendamment des biais potentiels (âge, sexe, qualité et quantité de sommeil, dépression, etc.), le seul facteur (marginal) associé étant l'excès de calories consommées au dîner. Que l'on soit petit ou gros dormeur, lève-tôt ou couche-tard, ces comportements en lien avec le rythme veille-sommeil sont contrôlés selon des oscillations de 24 heures (rythme circadien) par des horloges biologiques dont le chef d'orchestre siège dans l'hypophyse (horloge circadienne). Génétiquement programmé, le rythme veille-sommeil est conditionné par nos contraintes de vie (horaires décalés), comme le sont d'autres mécanismes biologiques, notamment le contrôle de la glycémie.

Diabetes Care, septembre 2013.

RHUMATOLOGIE

L'acupuncture est bénéfique pour traiter la goutte

L'arthrite goutteuse correspond au dépôt d'acide urique dans les articulations *(lire* S. et A. *n° 794, avril 2013)*. La revue de dix études regroupant 900 patients suggère que l'acupuncture pourrait être utile en complément des règles hygiéno-diététiques et des médicaments hypo-uricémiants. Elle réduit, sans que le mécanisme en soit expliqué, la douleur mesurée sur des échelles visuelles d'auto-évaluation, mais aussi les taux plasmatiques d'acide urique.

Rheumatology, juillet 2013.

NEUROLOGIE

Somnolence diurne : traquer les oscillations pupillaires

Plus de 5 % de la population adulte est affectée par la somnolence diurne. Or le diamètre de la pupille et l'amplitude de ses variations sont directement corrélés au niveau de vigilance objectivé à l'électroencéphalogramme. Testée dans l'obscurité, la pupillométrie par caméra-vidéo infrarouge LED (écran à cristaux liquides) permet de juger du degré de torpeur en fonction de la diminution du diamètre et l'augmentation de l'instabilité pupillaires. Cette technique pourrait être appliquée pour prévenir les risques d'accident du travail ou de la circulation liés à la somnolence.

Sleep Medicine, septembre 2013.

GÉRIATRIE

L'anémie contribue au déclin cognitif des seniors

L'anémie joue un rôle dans le déclin cognitif chez la personne âgée (plus de 65 ans). Une dizaine d'études le suggère chez des sujets sans affection connue pouvant altérer leurs processus mentaux liés au traitement de l'information. L'impact négatif de l'anémie, définie par un taux d'hémoglobine inférieur à 13g/l chez l'homme et 12 g/l chez la femme, porte moins sur la mémoire que sur l'accomplissement des taches adaptées, dites fonctions exécutives. Des observations qui plaident en faveur d'une meilleure correction de l'anémie.

European Journal of Neurology, septembre 2013.

A. BENOIST/BSIP

Le taux d'hémoglobine est l'indicateur de l'anémie.

Le piège des boissons excitantes

Les sodas dits énergisants contiennent un taux de caféine beaucoup trop élevé pour être consommés de façon anodine. Les risques sont avérés.

Red Bull, Monster... : à ne pas consommer avec de l'alcool ou lors d'un exercice physique. Voilà le message de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation (Anses) sur les boissons dites énergisantes (BDE) qu'elle qualifie plutôt d'excitantes. Enrichis en taurine, vitamines, extraits de plantes (ginseng) mais surtout en caféine aux nombreux effets indésirables *(voir ci-contre)*, ces sodas sont à déconseiller à quatre types de populations.

FÊTARDS. Les boissons excitantes favorisent le *binge drinking* — l'alcoolisation massive et express. Sans compter un risque potentiellement mortel d'accident cardio-vasculaire chez des personnes « *très vraisemblablement* » génétiquement prédisposées (un Français sur mille).

SPORTIFS. Il ne faut pas confondre les BDE avec les « boissons énergétiques » spécifiquement formulées pour fournir de l'énergie. Au contraire, les BDE favorisent la déshydratation, nuisible à l'effort. La caféine peut favoriser des coups de chaud.

FEMMES ENCEINTES. La caféine peut entraîner un risque de retard de croissance intra-utérin et augmenter la sensibilité du nourrisson exposé par le biais du lait maternel.

ENFANTS ET ADOLESCENTS. Chez des sujets plus sensibles que les adultes, la caféine peut entraîner un manque de sommeil, avec des répercussions somatiques ou psychiatriques. ■ **Rachel Mulot**

La caféine est omniprésente

=

Deux expressos de **50 ml**

ou

=

1,6 mug de thé de **200 ml**

ou

=

2,3 canettes de soda de **300 ml**

Consommation moyenne de caféine par jour

- 3-10 ans : 14 mg
- 11-14 ans : 19 mg
- 15-17 ans : 34 mg
- Femmes enceintes : 50 mg
- Adultes : 168 mg

Effets de la caféine

Chez les adultes

À partir de 210 mg/j = BDE*

- Augmentation de l'anxiété

30 % des adultes français sont concernés

Entre 210 et 400 mg/j =

- Tachycardie
- Hypertension
- Irritabilité, nervosité
- Troubles du sommeil...

À partir de 400 mg/j =

- Toxicité générale
- Problèmes cardio-vasculaires, osseux et calciques
- Comportement modifié
- Incidence de cancer
- Infertilité masculine

7 % des adultes français sont concernés

Chez les enfants et adolescents

À partir de 1 mg/kg /j =

- Accoutumance et symptômes de sevrage

À partir de 2,5 mg/kg/j =

- Augmentation de l'anxiété

Au-delà =

- Troubles du sommeil
- Fatigue et somnolence diurne
- Risque de pathologies somatiques
- Risque d'évolution vers une conduite addictive

Seuil largement dépassé pour :

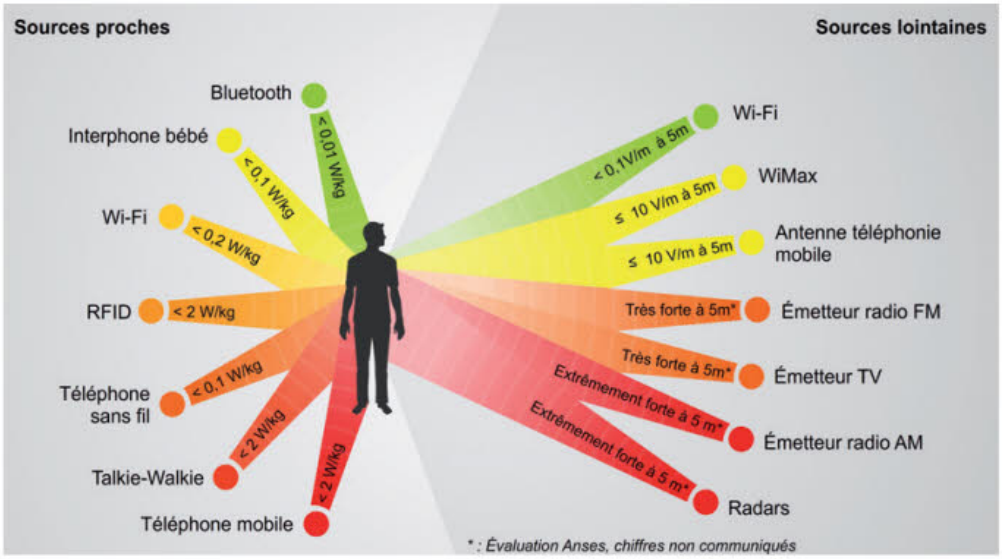
11 % des 3-10 ans	**1,9 %** des 3-10 ans
7 % des 11-14 ans	**1,5 %** des 11-14 ans
13 % des 15-17 ans	**4,6 %** des 15-17 ans

*Boissons dites énergisantes

SOURCE : ANSES - INFOGRAPHIE : BETTY LAFON

Exposition aux radiofréquences : les experts pris de vitesse

La technologie sans fil se développe plus vite que les moyens d'évaluer ses impacts biologiques et sanitaires. Mieux vaut donc réduire les expositions, notamment des enfants.



SOURCE: ANSES - INFOGRAPHIE: DAMIEN HYPOLITE

Sources proches
La mesure de l'exposition (en watts par kilogramme de masse corporelle) s'appuie sur le débit d'absorption spécifique (DAS), soit la quantité d'énergie absorbée par les tissus du corps humain à proximité de l'appareil. Pour un téléphone mobile, le DAS ne doit pas dépasser 2 W/kg.

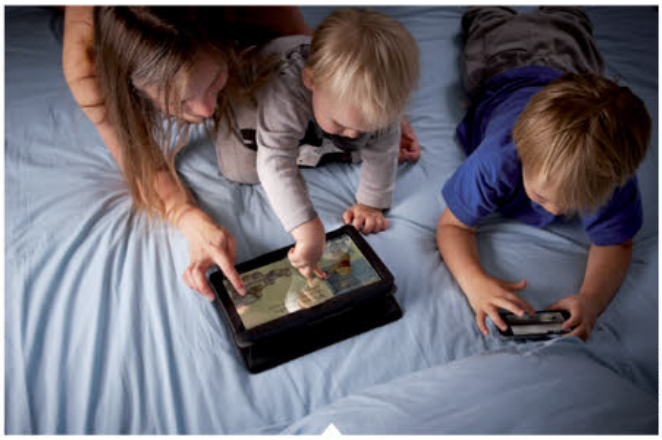
Sources lointaines
L'exposition (à 5 mètres) se mesure en intensité du champ électrique ou magnétique qui s'exprime en volts par mètre et qui dépend de la puissance des antennes (mesurée en watts) et de leur distance. Le niveau de référence est fixé entre 28 et 61 V/m en fonction des technologies. En France, l'exposition environnementale serait inférieure à ces limites, se situant dans la plupart des cas entre 0,3 et 2 V/m. (sources Copic et Comop.)

Quatre ans de travail, 300 études internationales passées au crible et un aveu en filigrane : les experts peinent à évaluer précisément les impacts d'une technologie sans fil qui se développe à une vitesse foudroyante. Dans son dernier rapport sur les radiofréquences publié le 15 octobre, l'Anses (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) conclut qu'elles n'ont pas d'*« effet sanitaire avéré chez l'homme »* et ne propose donc pas de *« nouvelles valeurs limites d'exposition de la population »*. Mais elle pointe bien certaines publications montrant une augmentation potentielle du risque de tumeur cérébrale, sur le long terme, pour les utilisateurs intensifs, rejoignant l'expertise du Centre international de recherche sur le cancer (Circ), qui avait déjà classé les radiofréquences « cancérogènes possibles ».

Il y a des effets biologiques chez l'homme et l'animal

Elle constate également certains effets biologiques chez l'homme et l'animal comme des cassures de l'ADN ou un stress oxydatif susceptible d'altérer les cellules. Autant de modifications qui, selon les études analysées, *« semblent être rapidement réparées »*. L'agence recense enfin des impacts sur l'activité électrique cérébrale pendant le sommeil.

Cet avis très attendu est rendu alors que les supports sans fil (smartphones, tablettes tactiles...) et la 4G (4e génération des standards pour la téléphonie mobile) se déploient massivement sur l'Hexagone. Et c'est là tout l'intérêt de ce rapport qui reconnaît que ce développement conduit *« à une exposition intensive [...], le cas échéant des personnes les plus sensibles, et à laquelle [la population] ne peut se soustraire »*. Or, l'agence fait une sorte de constat d'impuissance. L'évaluation des risques ne peut être réellement conduite à ce jour faute de données disponibles chez l'homme ou l'animal, et en raison de la faible documentation de l'impact potentiel des protocoles de communication mis en œuvre. Ainsi, le déploiement de la 4G, coexistant avec les systèmes antérieurs (2G, 3G) *« devrait s'accompagner d'une*



M. GAILLARD/REA

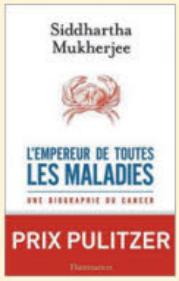
Les plus jeunes, dont la boîte crânienne est plus fine, doivent être préservés.

augmentation de l'exposition du public » sans que quiconque soit en mesure de préciser son ampleur. Pour le moment, les seules données viennent d'Allemagne, où le lancement de la 4G aurait accru de 50 % les niveaux d'exposition.

Un rapport scrupuleux mais qui est déjà obsolète

L'agence souligne donc le besoin crucial de mieux documenter et mesurer ces expositions, qu'elles soient dues aux radiofréquences présentes dans notre environnement ou aux appareils que nous utilisons *(voir l'infographie)*. Elle invite à mieux décrire l'exposition aux ondes dans l'habitat, qui fait actuellement défaut, et recommande que *« les dispositifs émetteurs de champs électromagnétiques destinés à être utilisés près du corps (téléphones sans fil, tablettes tactiles, veille-bébé, etc.) fassent l'objet de l'affichage du niveau d'exposition maximal engendré (DAS), comme c'est déjà le cas pour les téléphones portables. »* Elle préconise de diminuer les niveaux d'exposition pour les enfants notamment par l'utilisation d'un kit mains libres. Elle souhaite enfin que les conséquences d'une éventuelle multiplication des antennes-relais — qui permet de réduire leur puissance émettrice — fassent l'objet d'un *« examen approfondi »* et recommande que *« les nouvelles infrastructures de réseaux fassent l'objet d'études préalables »*. L'Anses porte une *« attention particulière »* aux *« électrosensibles »* en mettant en place à la fin de l'année un groupe de travail. Les études en cours sur ces personnes et ceux relatifs aux enfants et aux femmes enceintes pourraient en effet l'amener à faire évoluer ses recommandations. Elle prêche enfin pour l'étude de l'impact des technologies sans fil sur le stress, la fatigue, le syndrome du *burn-out* et même l'addiction...

Au final ? Les données scientifiques disponibles donnent une photographie en partie dépassée de la réalité : lacunes, informations disparates (modèles expérimentaux, niveaux d'exposition, types de signaux...), besoin de ligne directrice au plan international, environnement complexe et évoluant rapidement... Sitôt publié, le rapport scrupuleux de l'Anses est déjà obsolète. Un espoir tout de même : l'harmonisation des méthodes et des protocoles scientifiques pourrait permettre de donner une image plus claire des problèmes. En attendant, chacun peut essayer de limiter son exposition aux ondes, ou du moins celle des enfants. ■ **Rachel Mulot**



Siddhartha Mukherjee, traduit par Pierre Kaldy, Flammarion, 656 p., 23 €

L'Empereur de toutes les maladies

Une biographie du cancer

Relater l'histoire de la recherche contre le cancer et dessiner quel pourrait être son avenir proche. Telle est l'ambition de ce livre. Pari gagné de façon magistrale par un oncologue, autant médecin qu'écrivain. Le résultat est une biographie au sens le plus large du terme : celle du vécu des chercheurs, des cliniciens, des patients. L'auteur décrit les grandes avancées d'une discipline médicale et scientifique sur un rythme et un style qui passionnera tout lecteur. ■ **Marc Gozlan**

Thierry Lestrade, Arte éditions, 218 p., 19 €

Le Jeûne, une nouvelle thérapie ?

Voici le récit de l'enquête qu'a menée le réalisateur Thierry Lestrade pour un documentaire diffusé par Arte sur les vertus thérapeutiques du jeûne. Après être remonté à l'origine de cette pratique, il explore les cures actuelles, depuis le lac Baïkal (Russie) jusqu'en Allemagne. On y découvre aussi les travaux de l'Américain Valter Longo, censés améliorer les chimiothérapies par le jeûne... chez la souris du moins. Un essai éclairant et bien documenté. Prudence, cependant car les cures de jeûne recommandées par certains pseudo-thérapeutes seraient à risque de dérive sectaire. ■ **Elena Sender**

Mademoiselle Caroline, Delcourt, 160 p., 18 €

Chute libre

Carnets du gouffre

Dessinatrice, Caroline plonge dans la dépression après la naissance de son premier enfant. Comment remonter la pente ? S'ensuivront six années, ponctuées de quelques hauts et de nombreux bas, la maladie toujours à l'affût, prête à se jeter sur sa victime au moindre signe de faiblesse. En dépit de l'aridité du sujet, rarement on aura lu une confession sur la dépression aussi drôle. Les dessins sont vifs et confèrent au témoignage une légèreté bienvenue. ■ **Hervé Ratel**

« Gravity » : entre science et fiction

Deux ex-astronautes français, Jean-François Clervoy et Claudie Haigneré, ont visionné pour « Sciences et Avenir » le film catastrophe américain, qu'ils ont aimé. Leur expérience des vols orbitaux permet de rétablir certaines vérités scientifiques.

Par Sylvie Rouat

« CE FILM EST TELLEMENT RÉALISTE *que j'avais l'impression de revivre mon expérience, de tenir moi-même la caméra. C'est difficile de croire que ce film n'est pas tourné en conditions réelles dans l'espace tellement les translations et les mouvements obéissent fidèlement aux lois de la physique* », s'enthousiasme Jean-François Clervoy. Comme les astronautes de *Gravity*, le nouveau film de science-fiction du réalisateur mexicain Alfonso Cuaron, sorti sur les écrans le 23 octobre, l'astronaute européen a lui aussi participé à une mission de réparation du télescope spatial Hubble en 1999. Mais à l'inverse des héros du film, interprétés par Sandra Bullock et George Clooney, il n'a pas eu à affronter des catastrophes en chaîne engendrées par la destruction d'un satellite par un missile russe.

Dans la fiction, cette destruction produit un nuage de débris dont l'orbite va croiser toutes les quatre-vingt-dix minutes celle des astronautes. Le début d'une série de rebondissements qui mènent le spectateur de la navette spatiale américaine à l'ISS (la Station spatiale internationale), et à Tiangong, la station chinoise. Soucieux de réalisme, Alfonso Cuaron a pris cependant quelques libertés avec la réalité spatiale. Jean-François Clervoy les décrypte pour *S. et A.*

Hubble, l'ISS et la station chinoise sont-ils sur la même orbite ?

Dans le film, ils sont placés tous trois sur la même orbite et subissent la même pluie de débris. Dans la réalité, les orbites sont différentes. Le télescope d'observation astronomique Hubble, qui ne dispose d'aucun système de propulsion, évolue à une altitude d'environ 600 km, à l'altitude la plus élevée que puisse atteindre la navette spatiale, où il y a le moins de frottements de l'atmosphère résiduelle. Pour atteindre cette altitude, il a fallu profiter au maximum de l'effet centrifuge de rotation de la Terre en lançant plein Est depuis la Floride, ce qui place le télescope sur une orbite inclinée de 28,5°.

L'inclinaison de l'ISS est, elle, de 51,6°, choisie pour que la station survole au moins une fois par jour la base de lancement russe de Baïkonour, située sur une latitude plus élevée que la base américaine de cap Canaveral. Quant à la station spatiale chinoise de Tiangong 2, présente dans le film, elle se situe à 360 km et son inclinaison est de 42,8°. Or, il est impossible de changer de plans d'orbite au-delà de quelques fractions de degrés. En revanche, on peut changer facilement d'altitude dans un même plan orbital. Dans le film, Tiangong est très basse, ce qui cause sa descente rapide vers l'atmosphère.

Dans la réalité, les stations spatiales sont rehaussées régulièrement. L'ISS perd 100 mètres d'altitude par jour, voire 1 km durant les périodes de forte activité solaire. Si on ne le faisait pas, elle rentrerait dans l'atmosphère et s'y désagrégerait.

C'est ce qui s'est passé pour Skylab, la première station spatiale de la Nasa mise en orbite en 1973. Les Américains comptaient sur le premier vol de la navette spatiale pour la remonter sur son orbite. Mais celui-ci a pris deux ou trois ans de retard et le Skylab a fini par brûler en entrant dans l'atmosphère.

B. HORVAT/AFP

« Il n'existe pas de second vaisseau de secours sur une station, à l'inverse de ce que l'on voit dans le film »

Jean-François Clervoy, a été astronaute de l'Agence spatiale européenne. Il a volé trois fois à bord de la navette spatiale entre 1994 et 1999. Il a publié *Histoire(s) d'espace* (Jacob-Duvernet, 2009).

Peut-on détruire volontairement un satellite avec un missile ?

C'est possible. Les missiles intercontinentaux peuvent monter à environ 1000 km d'altitude, bien plus haut que l'ISS. À ce jour, trois pays ont détruit des satellites. Les États-Unis ont réalisé un premier tir de destruction en 1959. Ils ont ensuite développé des missiles antisatellites de plus en plus perfectionnés, qui visaient les engins espions soviétiques dans les années 1980. ▶

2013 WARNER BROS ENTERTAINMENT INC.

Lors d'une sortie extravéhiculaire, l'astronaute Ryan Stone (Sandra Bullock) est éjectée dans l'espace, le câble la reliant au vaisseau s'étant rompu, à la suite d'une pluie de débris. Une situation extrêmement critique : sans attache, elle peut être considérée comme perdue.

TÉMOIGNAGE

« Tout est d'une telle véracité... »

Seule femme française dans l'espace, Claudie Haigneré confie avoir revécu des sensations qu'elle avait éprouvées lors de ses deux vols.

« Difficile d'atterrir après un tel film ! Pendant 90 minutes, le temps d'un tour de Terre en orbite, j'ai eu l'impression de revivre les sensations éprouvées lors de mes deux vols dans l'espace, en 1996 à bord de la station russe Mir et en 2001 à bord de l'ISS. Les déplacements des corps, les positions, les objets qui volent... Tout est d'une telle véracité. Et puis ces images de la Terre ! Je me souviens de ces moments éblouissants du passage du jour à la nuit — le terminateur —, des lumières des villes qui dessinent les contours des continents. Pourtant, je ne me suis pas forcément identifiée au personnage joué par Sandra Bullock, même si j'étais, comme elle dans le film, une astronaute scientifique. D'abord parce que je n'ai pas fait de sortie extravéhiculaire. Ensuite parce qu'on est scientifique uniquement au moment de la sélection. Une fois à l'entraînement, on est un membre d'équipage à part entière, on suit les mêmes exercices que les autres en simulateur car on doit pouvoir endosser tous les rôles. Lors de ma deuxième mission, par exemple, je devais être capable d'assister le commandant et j'ai eu, à ce titre, une formation de pilote d'évacuation de Soyouz. Je suis la seule femme à l'avoir fait. À l'écran, lorsque l'héroïne est dans le Soyouz, j'ai d'ailleurs retrouvé les inscriptions russes sur l'écran de contrôle et le manuel de commande que je connais si bien. Mais, à l'inverse de Sandra Bullock, face à la difficulté qu'elle rencontre à démarrer le vaisseau, je pense que j'aurais baissé les bras ! *A priori*, je n'aurais jamais pensé à ruser, à tromper l'ordinateur de bord. Mais qui sait ?

M. GRACHYEV/AFP

Claudie Haigneré de retour sur Terre après sa mission à bord de l'ISS en octobre 2001.

Nous sommes entraînés à toutes les situations d'urgence : dépressurisation, incendie, etc. Et même aux atterrissages incongrus : nous sommes ainsi allés en mer Noire pour nous exercer à sortir de la capsule dans l'eau, nous avons même appris à tirer pour nous défendre contre les ours, car on ne maîtrise pas toujours son lieu d'atterrissage ! Ce que l'on découvre en orbite n'est jamais exactement identique à ce que l'on voit dans les simulateurs. Ainsi, l'ouverture et la fermeture d'une écoutille sur Mir étaient beaucoup plus difficiles qu'à l'exercice car la station avait vieilli. Il y a également beaucoup de désordre accumulé dans les stations. Ainsi, alors que dans le simulateur, on apprend une suite de gestes précis pour retirer un câble, par exemple, s'il y a du bazar et qu'on est en situation de danger, on y va « à l'arrache », c'est la vie ou la mort. Sur Mir, d'ailleurs, il y a eu des débuts d'incendies et des accidents de dépressurisation. Quant aux débris, dans la réalité, ils sont constitués de petits outils perdus lors de sorties ou d'écailles de peinture qui viennent frapper à 28 000 km/h. Les hublots sont couverts d'impacts. Si l'on détecte un débris isolé, on peut modifier légèrement la trajectoire de l'ISS. Il est déjà arrivé, au passage d'un gros débris, que l'équipage soit obligé de se réfugier dans le vaisseau Soyouz, prêt à revenir sur Terre. Soyouz est un vrai canot de sauvetage, un refuge, notamment lors des éruptions solaires. Ce film est un beau message de vie. Il ne faut jamais lâcher, s'acharner à trouver une solution, allier l'intelligence à la technique. Tant que la vie est là, il y a toujours espoir d'aller plus loin. »

Propos recueillis par S. R.

▶ Les Soviétiques ont eux-mêmes détruit leur premier satellite en 1961. En 2007, un an après que les Russes et les Américains ont signé un accord de pacification de l'espace, la Chine a détruit un satellite météorologique. Les États-Unis ont illico repris leurs activités antisatellites. En 2008, ils ont ainsi détruit un satellite espion en perdition. Réalisé trop haut, le tir de destruction chinois aura des conséquences pendant longtemps : selon les experts, le nuage de débris engendré multiplie par 30 le risque de perdre un satellite européen.

Des débris peuvent-ils heurter un objet à grande vitesse et à plusieurs reprises ?

Oui. La vitesse orbitale de l'ISS est de 28 000 km/h. Si un satellite explosait, l'impulsion supplémentaire donnée aux débris peut leur procurer des vitesses relatives à celles de l'ISS. Sans frottement, ceux-ci gardent leur vitesse et forment un nuage autour du centre de l'explosion. Lorsque j'étais dans la navette ou la station Mir, nous faisions le tour du monde en quatre-vingt-dix minutes, soit 16 tours du monde en vingt-quatre heures. Il est donc réaliste d'imaginer que des débris puissent se situer sur une orbite qui croise celle de l'ISS toutes les quatre-vingt-dix minutes.

PHOTOS : 2013 WARNER BROS ENTERTAINMENT INC.

Les astronautes peuvent se déplacer dans l'espace grâce à un fauteuil motorisé, comme à gauche Matt Kowalski (George Clooney) qui remorque Ryan Stone (Sandra Bullock) vers l'ISS. À droite, Ryan Stone s'apprête à entrer dans le module russe de la station. La buée qu'elle produit est un problème souvent rencontré par les astronautes.

Peut-on sortir dans l'espace en fauteuil motorisé ?

Cela a été fait à trois reprises en 1984 grâce au MMU (Manned Maneuvering Unit), un fauteuil motorisé d'une autonomie de six heures, qui permettait d'évoluer librement dans l'espace. Les petits moteurs du fauteuil permettaient de changer d'orientation et aussi de donner des impulsions dans une direction choisie. George Clooney, qui pilote ce type de fauteuil, coupe ensuite les gaz et continue sur sa lancée, en l'absence de frottements. Il n'utilise les moteurs que pour acquérir de la vitesse ou changer de direction. Il peut ainsi aller très loin sans utiliser beaucoup de carburant.

Si une catastrophe en chaîne se produit en orbite basse, les communications peuvent-elles être coupées avec la Terre ?

Oui et non. Il n'y a quasiment pas de satellites de communication à cette altitude. L'orbite utilisée pour les télécoms, la radio, etc., est 100 fois plus haute que l'ISS. Elle se trouve à 36 000 km, et est dite géostationnaire. Dans la réalité, ces satellites seraient épargnés par les débris et pourraient continuer à relayer les communications.

Sandra Bullock a chaud dans son scaphandre, son casque est rempli de buée.

Cette sensation est-elle commune dans l'espace ?

Lors d'une sortie extravéhiculaire, contrairement à ce que l'on voit à l'écran, les astronautes sont obligatoirement équipés d'une combinaison de refroidissement. Ce sous-vêtement, appelé LCVG (Liquid Cooling and Ventilation Garment), colle au corps et le refroidit grâce à un système de circulation d'eau dans des tubes fins incorporés au tissu. En revanche, il est fréquent d'avoir de la buée dans son casque et on la combat en savonnant l'intérieur de la visière. En 1988, lors d'une sortie dans l'espace, l'astronaute français Jean-Loup Chrétien, aveuglé par la buée, n'est pas parvenu à fermer le sas de la station Mir. Un autre astronaute a dû le faire à sa place !

Y a-t-il toujours des vaisseaux de secours sur les stations spatiales ?

Bien sûr. Il faut que l'équipage puisse être évacué rapidement. C'est sans doute ce qui s'est passé dans le film, puisqu'il ne reste personne à bord de l'ISS et de la station chinoise. Mais dans ce cas, il ne devrait plus y avoir de vaisseau amarré. Il n'existe pas de vaisseau «*bonus*» dans la réalité !

La station chinoise est-elle aussi achevée qu'on le voit dans le film ?

Pas encore. Actuellement, il n'y a que deux modules assemblés sur leur première station Tiangong-1. Ce film fait cohabiter des vaisseaux d'époques différentes : il débute à bord d'une navette spatiale américaine, alors qu'elle n'est plus en service depuis 2011. Puis les héros se dirigent vers l'ISS, telle qu'elle existe aujourd'hui. Enfin, l'action se situe dans la station chinoise Tiangong-2, telle qu'elle sera en 2020. Le film contracte ainsi la décennie actuelle sur une seule mission. J'apprécie ce choix du réalisateur, qui permet de montrer à quoi ressemblent les réalisations astronautiques de notre époque et de transmettre un message positif de la coopération internationale dans l'exploration spatiale.■

À NE PAS LIRE SI L'ON NE SOUHAITE PAS CONNAÎTRE LE DÉNOUEMENT DU FILM

Parvenue sur Terre, Sandra Bullock a du mal à se relever. Perd-on de la masse musculaire en seulement une semaine ?

Non, pas de façon significative, d'autant que nous sommes soumis à des exercices physiques quotidiens pour entretenir la masse musculaire. La difficulté à se relever est d'origine cardiovasculaire, parce qu'en apesanteur le cœur a perdu l'habitude de servir de "pompe de relevage" du volume sanguin, et aussi d'origine vestibulaire, car l'oreille interne a perdu ses références de verticale.

Philippe Starck, designer

Créateur sans frontières

Le styliste à succès voue depuis sa jeunesse un véritable culte à la science. Cette appétence a nourri une conception très personnelle du progrès.

Jeans, baskets, sweat à capuche, un air de sale gosse espiègle. À 64 ans, Philippe Starck est resté un enfant, avec cette même envie de s'amuser, de découvrir, d'apprendre. Dans le monde des « grands », il est reconnu comme un designer hors normes, probablement le plus prolifique et le plus titré de la planète. Du yacht de Steve Jobs, fondateur d'Apple, à l'iconique presse-citron Juicy Salif, des milliers d'objets du quotidien, de véhicules, de maisons, d'hôtels sont nés sous son crayon. Cette créativité intarissable, il ne la comprend toujours pas. Tout juste livre-t-il sa façon de fonctionner : *« J'ai un petit problème psychologique qui doit être une forme légère d'autisme. Une asociabilité qui fait que j'ai toujours vécu ailleurs, tout seul. Je suis dans un monde parallèle dans lequel je peux créer librement. »* Une particularité vécue dès l'enfance, où le jeune garçon passe son temps à fuir les cours... et les autres.

« L'école est l'une des expressions de cette société que je ne comprenais pas. » Dès l'âge de 6-7 ans, il préfère ainsi dessiner des engins volants, des concepts d'architecture souterraine... Autant de créations qu'il donne à ses professeurs à la fin des cours, impressionnés par tant de précocité. *« En échange, ils me laissaient une paix royale. »* Parmi ses œuvres les plus prisées, il y a ces usines à recycler les profs, équipées de machines pour les démembrer et récupérer le sang... Le jeune Starck découvre aussi avec passion la presse scientifique : *Sciences et Avenir* déjà, mais aussi la revue américaine *Popular Science*. Mais il ne suit pas pour autant des études scientifiques, étant définitivement inadapté au système scolaire. Ainsi, quand vers 17 ans il tente de se sociabiliser à travers son intérêt grandissant pour les filles, il se fait une nouvelle fois rejeter. *« J'avais des propos et une syntaxe différents. Et à cet âge-là, on n'aime pas la différence. Je suis donc retourné dans mon monde. Je suis redevenu invisible. »* Le jeune Starck s'inscrit alors à l'école de design Camondo des Arts décoratifs de Paris. Son père, André, inventeur et constructeur de petits avions, lui sert de modèle.

LÉA CRESPI/PASCO&CO

BIO EXPRESS

1949 Naissance à Paris.
1979 Création d'Ubik, société de design.
1983 Le président François Mitterrand le choisit pour décorer les appartements privés de l'Élysée.
1990 Création du presse-citron Juicy Salif pour Alessi.
2002 Création de la chaise Louis Ghost pour Kartell.
2007 Premier Français à participer aux conférences TED.
2010 Création de la Freebox Revolution pour Free.
2012 Mise à l'eau de *Venus*, le Yacht de 70 m conçu pour Steve Jobs avant sa mort. Le navire sera saisi temporairement pour cause d'impayé.
2013 Prix Pyramide de l'innovation pour le projet d'architecture Nuage à Montpellier.

Il invente des objets pour se confronter au réel

« J'en ai tiré la rigueur et la créativité. » Inventer des objets lui semble la meilleure façon de se confronter au réel, tout en ayant conscience qu'il s'agit d'un simple artifice pour survivre. *« Je vis dans une relativité einsteinienne. Pour moi, il n'y a pas de réalité. »* Aujourd'hui encore, Philippe Starck voue un véritable culte à la science, en particulier à la physique fondamentale et à ce qui le fascine le plus, la notion d'infini. Il se régale des paroles de son ami, le physicien Thibault Damour, professeur à l'IHES. *« Certes, il n'a pas les connaissances techniques, mais il a une remarquable intuition et il a très bien compris que l'Univers n'était pas juste de la matière, que c'était plus subtil,* analyse le physicien. *S'il avait choisi la voie des sciences, son imagination, sa capacité à s'ex-*

SOURCES : NASA-RUE DES ARCHIVES - AKG-CORBIS – ILLUSTRATION DE PHILIPPE STARK/IDEAT MAGAZINE N° 60 2008/COME DESIGN

traire du réel l'auraient porté à faire de belles contributions scientifiques, tout en gardant les pieds sur Terre. » Cette « *capacité à s'extraire du réel* » a d'ailleurs conduit le designer vers une vision très personnelle du progrès, ou plutôt de ce qu'il appelle la « mutation ». L'expliquer n'est pas une mince affaire : l'homme serait actuellement au beau milieu de l'Existence, quelque 4 milliards d'années après la naissance de la Terre et à quelque 4 milliards d'années de sa disparition. Une histoire « *bien cadrée* » comme il dit, avec un « avant » et un « après », la mutation étant la façon dont cette existence va évoluer, par petites touches, d'une génération à l'autre, puis d'espèce en espèce et bien au-delà. « *La fin, je la vois comme une équation* », confie le designer dans le documentaire *Futur par Starck* que lui a consacré Arte en juin.

Mais allez expliquer tout cela à des esprits cartésiens ! C'est pourtant ce que Philippe Starck a fait avec succès en 2007 lors de l'une de ces fameuses conférences TED (Technology, Entertainment and Design), réunissant un parterre de scientifiques illustres. Pourtant, quelques minutes avant de monter sur scène, il ne savait toujours pas ce qu'il allait raconter... « *Il est comme ça ! Il peut plaisanter et subitement se transformer en une machine à concentration pour faire ce qu'il a à faire. Il me fait penser au sprinter Usain Bolt, que j'ai filmé pendant six mois. Lui aussi peut passer en quelques instants du gosse de 16 ans au vieux sage africain* », confie Gaël Leiblang, le réalisateur de *Futur par Starck*.

Illustration réalisée par Philippe Starck et qu'il résume ainsi : « Je ne suis inspiré par rien, sauf par la formidable histoire de notre évolution, la plus poétique et créative de toutes. »

POUR EN SAVOIR PLUS

Le documentaire *Futur par Starck* est disponible sur : **www.futur-par-starck.arte.tv/**

Malgré le succès, le designer a toujours gardé de l'enfance ce besoin de retourner dans son monde. Pour créer, il s'isole durant les deux mois d'été, sans télé, sans Internet, sans téléphone. De 7 h du matin à 7 h du soir il réalise ainsi les deux tiers de ses créations pour l'année. Le dernier tiers, il l'achève de la même manière durant les vacances de Noël. « *Dans ces périodes-là, il est complètement isolé. Il ne parle à personne* », confirme sa femme Jasmine.

Aujourd'hui, il se consacre à un vaste projet, certainement le plus important de sa vie : transformer le mot « chômeur » en « penseur ». Pour ce faire, il réfléchit à mettre en réseau les quelque 230 millions de chômeurs officiellement recensés dans le monde pour en faire le plus grand et le plus efficace *think tank* de la planète. Un creuset d'intelligence collective auquel seraient adressées les grandes questions qui nous occupent. Une utopie diront certains. Mais il faut se méfier des utopistes. Il en existe de têtus et qui parviennent à leurs fins. Philippe Starck est de ceux-là ! ■

Olivier Hertel

« S'il avait choisi la voie des sciences, son imagination, sa capacité à s'extraire du réel l'auraient porté à faire de belles contributions scientifiques, tout en gardant les pieds sur Terre »

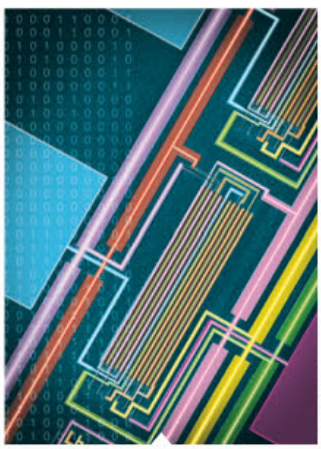
Thibault Damour, professeur de physique théorique à l'Institut des hautes études scientifiques (IHES)

Des nanotubes de carbone dans un ordinateur

Ce saut technologique pourrait bouleverser l'industrie informatique, car la conductivité de ce matériau est bien supérieure à celle du silicium.

Il s'appelle Cedric, sait compter jusqu'à 32 et classer des nombres. *A priori* rien d'extraordinaire... Pourtant, cet ordinateur, présenté dans la revue *Nature*, est une prouesse. Cette machine est en effet la première à fonctionner entièrement avec des transistors à nanotubes de carbone (ou graphène), et non plus de silicium. Conçu par des chercheurs de l'université Stanford, en Californie, il comprend 178 nanotubes au total. L'industrie informatique travaille depuis une quinzaine d'années sur ces composants constitués de feuilles de carbone épaisses d'un atome et enroulées en un cylindre large de quelques nanomètres contre une vingtaine pour les tubes de silicium. La conductivité de ce matériau est en effet environ 70 fois supérieure à celle du silicium. De quoi augmenter les performances d'un ordinateur. De plus, en raison de leur faible épaisseur, les nanotubes de carbone consomment moins d'énergie que le silicium.

Le problème était que, jusque-là, les chercheurs ne contrôlaient pas toutes les propriétés de ce matériau. Ainsi, certains tubes, dits métalliques, perdent parfois leur semi-conductivité pour devenir conducteurs. En outre, il est difficile d'obtenir des tubes parfaitement parallèles sur le transistor : des cylindres se touchent, créant des courts-circuits qui perturbent la machine.



BUTCH COLYEAR

Cedric est le premier ordinateur composé de nanotubes de carbone.

L'équipe de Stanford est parvenue à contourner ces obstacles. Tout d'abord en éteignant le transistor avant d'y envoyer un fort courant électrique : celui-ci n'a pu alors passer que dans les tubes « métalliques », par définition restés conducteurs, jusqu'à les griller. Ces tubes se sont vaporisés en dioxyde de carbone et ont donc été éliminés du circuit électronique, ne laissant que les tubes semi-conducteurs souhaités. Ensuite, les chercheurs ont conçu un algorithme capable de repérer et contourner les tubes « tordus » qui créaient des courts-circuits. ■

Arnaud Devillard

L'Humain augmenté

Sous la direction d'Édouard Kleinpeter, CNRS Éditions, 219 p, 8 €

Le rêve d'un homme plus fort, plus intelligent, plus résistant est probablement aussi ancien que l'humanité elle-même. Mais aujourd'hui, ce qui change la donne, c'est que la convergence des technologies permet des petites retouches de plus en plus significatives, transformant le rêve en réalité. Dans cet ouvrage dirigé par Édouard Kleinpeter, philosophes, psychologues, sociologues... exposent leurs réflexions sur ce « transhumanisme » auquel chacun de nous pourrait être exposé dans les années à venir. ■

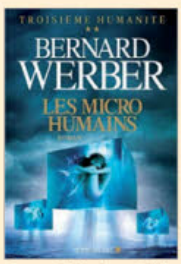
Olivier Hertel

Le Dernier Fado de l'androïde

Hugues Bersini, Coll. « Plumes de Sciences », Le Pommier, 256 p., 17 €

Un livre de vulgarisation scientifique sous la forme d'un recueil de nouvelles. L'auteur, professeur d'informatique à l'Université libre de Bruxelles, nous emmène dans un futur proche où les technologies de l'information ont changé nos vies. À travers six histoires courtes, le livre questionne sur les progrès de la science et les risques de dérives qui y sont associés. ■ **O. H.**

Les Micro Humains



Bernard Werber, Albin Michel, 430 p, 22 €

Les Emachs sont ces micro-humains de 17 cm de haut fabriqués à la chaîne pour servir les hommes dans toutes sortes de situations. Malgré leur taille, certains d'entre eux pensent qu'ils sont le futur de l'humanité. Du statut de quasi-esclaves, ils pourraient bien passer à celui de maîtres du monde pour peu que l'évolution s'en mêle. Déjà, la révolte gronde dans leurs rangs et certains sont prêts à prendre le maquis pour défendre leurs droits. Un livre qui trouvera comme d'habitude son public d'inconditionnels de Bernard Werber. ■ **O. H.**

À L'ÉPREUVE DES FAITS

L'ALOÈS

Les feuilles de deux espèces de ce végétal auraient des propriétés anticancer.

La plante qui ne fait pas de miracles

THOMAS SAAS POUR SCIENCES ET AVENIR

L'ALOÈS, PLANTE MIRACLE ? C'est en tout cas le remède « anticancer » naturel le plus populaire parmi les adeptes de médecines alternatives ! Deux espèces, *Aloe vera* et *Aloe arborescens*, présenteraient des propriétés antitumorales extraordinaires défendues, entre autres, par le père Romano Zago. Ce prêtre franciscain d'origine italienne, star du Web, est l'auteur du livre *Du cancer on peut guérir*. Son remède est simple : couper en tranches une feuille d'*Aloe arborescens* et la mixer avec 500 g de miel et 6 cuillers à soupe d'eau-de-vie. Le religieux conseille une cuillerée de sa mixture une demi-heure avant chaque repas. Et pour ceux qui auraient du mal à se procurer la plante, il existe des jus en bouteille (45 € les 500 ml) voire des kits contenant trois feuilles et du miel (37 €).

Si les aloès sont si populaires, c'est certainement parce que des études ont montré que certaines molécules qui en sont extraites (acémannane, aloïne, aloé-émodine, aloésine) semblent avoir une activité contre des tumeurs *in vitro* et chez l'animal. Ces effets ont été répertoriés dans la revue *Planta Medica*, par l'équipe d'Eli Harlev, de l'université d'Haïfa en Israël, et son collègue américain Anupam Bishayee, de l'American University of Health Sciences en Californie (1). Mais cela ne suffit pas à faire des aloès un remède efficace contre le cancer. « *Tout nouveau traitement doit être validé par des essais cliniques faisant la preuve qu'il est plus efficace que l'ancien traitement* », explique Nicolas Jovenin, oncologue à l'Institut Jean-Godinot de Reims.

> « Je ne recommanderais pas de traiter des malades avec une telle mixture sans que des essais cliniques aient montré son efficacité »
>
> **Eli Harlev,** chercheur à l'université d'Haïfa, Israël

Les risques de toxicité restent à évaluer

Or, ce n'est pas le cas de l'aloès. « *Le jus d'*Aloe vera *n'a pas été suffisamment éprouvé comme thérapie du cancer* », confirme Edzard Ernst, professeur de médecine complémentaire à l'université d'Exeter (Royaume-Uni) sur le site de référence CAM-Cancer (2). Même avis des Instituts américains de la santé (NIH), qui indiquent que si le gel d'*Aloe* pourrait aider à la cicatrisation des plaies superficielles, « *il n'y a pas assez d'arguments scientifiques apportant la preuve de son efficacité dans toute autre utilisation* » (3). Pire, les NIH relèvent plusieurs effets indésirables : risque de cancer du gros intestin, de maladies des reins, etc. (3) et (4). Quant au remède du père Zago, « *je ne recommanderais pas de traiter des malades avec une telle mixture sans que des essais cliniques aient montré son efficacité* », assure Eli Harlev. Une opinion partagée par Anupam Bishayee : « *Les risques de toxicité et d'interaction avec d'autres médicaments doivent être sérieusement examinés.* » En d'autres termes, « du cancer on peut guérir », mais certainement pas avec le remède du père Zago ! ■ **Olivier Hertel**

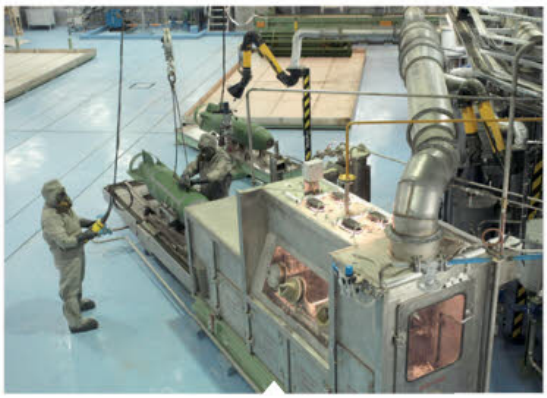
(1) sciav.fr/19fYjkU
(2) sciav.fr/1fi6ZNP
(3) sciav.fr/19ipGg8
(4) sciav.fr/15ZKViD

CONTEXTE Une équipe d'experts de l'ONU a été mandatée en septembre pour entamer le démantèlement de l'arsenal chimique syrien.

Comment des stocks d'armes chimiques peuvent-ils être détruits ?

DÉFENSE Il existe deux techniques principales de destruction des agents chimiques selon l'OIAC (Organisation pour l'interdiction des armes chimiques dans le monde) : l'incinération directe et la neutralisation au moyen de diverses réactions chimiques. Il est également possible de combiner les deux méthodes. Le traitement thermique est la technique la plus couramment utilisée.

Dans un rapport daté de 2002, l'Union internationale de chimie pure et appliquée (UICPA) explique que durant les quarante dernières années, plus de 20 000 tonnes d'agents chimiques ont été détruits dans de nombreux pays dont 80 % par incinération. Cette technique est traditionnellement mise en œuvre dans de volumineux incinérateurs qui dépassent les 1400 °C. À ces très hautes températures, les substances chimiques sont rapidement oxydées. La molécule de sarin, par exemple, est cassée en carbone, en eau mais aussi en pentoxyde de phosphore et en fluorure d'hydrogène, deux composés moins dangereux mais toutefois très toxiques.



HO NEW/REUTERS

Dans le site hautement sécurisé de Shchuch'ye (Oural), où sont détruites les armes chimiques russes datant de la guerre froide.

C'est pourquoi ces gaz doivent à leur tour subir des traitements chimiques. Ils peuvent, par exemple, passer à travers une solution d'hydroxyde de sodium qui a pour effet de précipiter une partie des toxiques sous la forme de sels. Des passages successifs à travers une série d'autres filtres permettent théoriquement de rejeter, à l'issue du traitement, un air d'une qualité compatible avec les normes environnementales et les exigences de santé publique. Toutefois, certains agents toxiques s'accommodent mal d'un traitement thermique classique. C'est le cas par exemple de la lewisite. Seul un traitement

CONTEXTE Un requin féroce *(Odontaspis ferox)*, fréquentant d'ordinaire des eaux chaudes et profondes, a été découvert échoué en septembre sur une plage du Morbihan.

Y a-t-il une migration des requins vers le nord ?

BIOLOGIE MARINE Un requin féroce (*Odontaspis ferox*) de 3,24 m de long pour 220 kg qui, d'habitude, fréquente uniquement les eaux chaudes et profondes (-300 à -800 m), a été retrouvé échoué sur la plage de Pénestin dans le Morbihan en septembre. Cet événement rarissime s'était déjà produit en août 2012, sur la plage d'Agon-Coutainville, en Basse-Normandie, avec un autre requin de la même espèce. Contrairement à ce que son nom laisse penser, le requin féroce ne fait pas partie des squales dangereux pour l'homme. Est-ce le réchauffement des océans qui a poussé ce grand requin à remonter plus au nord pour chercher des eaux plus fraîches ? L'hypothèse ne peut être ni écartée ni étayée. « *Le réchauffement n'affecte pas directement les requins mais peut modifier les aires de répartition de leurs proies* », explique le biologiste Bernard Seret. Si la nourriture migre vers des eaux plus froides, il y a fort à parier que les squales la suivront. Mais il est aussi assez courant que des espèces exogènes sortent ponctuellement de leur aire de répartition. Le

au plasma à l'aide de torches capables de monter à 15 000 °C permet de le dissocier en molécules inoffensives.
L'autre solution consiste à neutraliser les composés toxiques à l'aide d'une série de réactions chimiques. Le type de manipulation et les réactifs à utiliser seront naturellement choisis en fonction de l'agent chimique rencontré. Dans le cas du gaz moutarde par exemple, une simple hydrolyse dans de l'eau chaude suffit à briser la molécule mortelle en deux éléments relativement peu dangereux : le thiodiglycol et l'acide chlorhydrique.

Le sarin est transformé en sel ou en bitume

Pour le sarin, les techniciens peuvent le faire réagir avec de l'hydroxyde de sodium (NaOH), ou du monoéthanolamine (C_2H_7NO). Après une série de réactions, le sarin est transformé en un inoffensif précipité de sel ou en... bitume. Le principal défaut de cette méthode est qu'au fil de la réaction d'hydrolyse, les composés ainsi traités occupent un volume de plus en plus important. *« On peut obtenir au final une augmentation par 5 du volume initial »*, chiffre le rapport de l'UICPA. *« Il appartient à chaque État partie prenante de se prononcer sur la technique de destruction qu'il souhaite appliquer »*, explique l'OIAC sur son site, tout en rappelant que cette destruction doit être *« conforme à des normes strictes de protection de l'environnement, qu'elle soit complète et irréversible et que l'aménagement de l'installation permette une vérification appropriée »*.
C'est donc en fonction du type d'agent toxique retrouvé sur place, de la quantité d'armes présentes, des installations et du matériel disponibles que les techniciens optent pour le procédé qui leur semble le mieux adapté. Ces destructions peuvent se faire uniquement dans des installations hautement spécialisées. Installations qui n'existent sans doute pas en Syrie. De ce fait, il faudra soit les construire — ce qui implique des délais sans doute bien supérieurs à l'objectifs affiché d'un démantèlement d'ici à 2014 — soit faire venir des installations mobiles depuis l'étranger. ■ **Erwan Lecomte**

déplacement d'une masse d'eau chaude pouvant par exemple inciter quelques individus à quitter leur habitat habituel. Un requintigre a ainsi été pêché en Vendée en 2007, un requin blanc à La Rochelle en 1973, et un autre à Sète en 1991. Un requin-citron aurait également été aperçu en baie de Saint-Brieuc.
L'animal retrouvé en Bretagne a-t-il pu être désorienté par une maladie ? *« L'autopsie n'a rien montré de flagrant »*, affirme Éric Stéphan, chargé de mission scientifique à l'Apecs (Association pour l'étude et la conservation des sélaciens). Il ne s'agit pas non plus d'un animal mort dans son biotope qui aurait pu dériver au gré des courants, des témoins l'ayant vu vivant avant son échouage.
L'une des hypothèses les plus crédibles est que l'animal a été pêché par un navire au large, puis jeté par dessus bord bien plus tard, les pêcheurs se rendant peut-être compte qu'il s'agissait d'une espèce protégée (*Odontaspis ferox* est classé « vulnérable » par l'Union internationale pour la conservation de la nature). *« Le poisson, trop affaibli pour repartir vers le large, aurait été alors ramené à la côte par les courants et la marée »*, imagine Éric Stéphan. ■ **E. L.**

LE MOT DU MOIS

Parbuckling

VINCENZO PINTO/AFP

Le « Costa Concordia » a été redressé le 18 septembre.

Ce terme technique désigne le redressement d'un navire accidentellement couché, comme le *Costa Concordia*, ce mastodonte de 114 000 tonnes, échoué à quelques mètres du port italien de Giglio depuis son naufrage en janvier 2012. Lancée en septembre, l'opération — une première mondiale — a été réalisée avec succès. Le navire repose sur une plate-forme de 1000 m², immergée à 30 mètres de profondeur. Pour assurer son aplomb, il est maintenu par des câbles d'acier. Une fois l'inventaire des dégâts effectué, les opérations de renflouement pourront continuer. Quinze caissons géants seront fixés sur la partie tribord de l'épave, s'ajoutant aux quinze déjà en place, contribuant ainsi à la stabilité de l'ensemble en attendant la remise en flottaison prévue au printemps *(lire* S. et A. *n° 785, juillet 2012)*. Les 30 caissons seront alors vidés grâce à un système de pompes pneumatiques et, poussée d'Archimède aidant, le navire devrait remonter. À l'issue du processus de vidange, 18 m de coque resteront cependant sous l'eau. Il n'est pas certain que le navire puisse alors être tracté par un remorqueur. La compagnie Costa Croisières envisage de faire appel au *Vanguard*, un semi-submersible fabriqué par Hyundai Heavy Industries à Ulsan, en Corée du Sud. Ce géant des mers, long de 275 m et large de 70, capable de porter une charge de 110 000 tonnes, sera donc chargé — selon des informations non confirmées officiellement — de convoyer le *Concordia* vers sa destination finale encore inconnue. Plusieurs ports italiens, notamment Piombino, Naples ou Palerme, se sont en effet portés candidats pour réaliser le démantèlement du navire. Mais selon le *Journal de la marine marchande*, un rapport commandité par Costa Croisières affirmerait que les ports italiens n'ont pas les capacités de prendre en charge l'épave. ■ **Joël Ignasse**

LE CIEL DE NOVEMBRE

Par Guillaume Cannat

Où sont les planètes ?

MERCURE est en conjonction inférieure avec le Soleil le 1er. Elle devient visible dans le ciel de l'aube au-dessus d'un horizon est-sud-est dégagé à partir du 9. Elle atteint sa plus grande élongation le 18 à près de 20 degrés du Soleil et elle se lève alors plus d'une heure et demie avant lui.

VÉNUS se couche deux heures après le Soleil le 1er et un peu moins de trois heures après le 30, il est donc aisé de la repérer dans le ciel du soir, au-dessus de l'horizon sud-ouest. Elle atteint son élongation maximum le 1er à 47 degrés du Soleil et son éclat puissant est proche de la magnitude -4,7 en fin de mois. Dans un instrument, un grossissement d'une cinquantaine de fois permet de voir sa phase passer du dernier quartier à un gros croissant.

MARS se lève plus de cinq heures avant le Soleil le 1er et plus de six heures avant le 30. Elle quitte le Lion pour la Vierge en fin de mois et son éclat poursuit sa lente remontée : magnitude 1,4 le 30.

JUPITER se lève en milieu de soirée dans la constellation des Gémeaux, à droite des étoiles Castor et Pollux. Elle est remarquablement bien placée pour l'observation puisqu'elle franchit le méridien à plus de 60 degrés de hauteur et son éclat croît encore ce mois-ci (-2,6).

SATURNE est inobservable en début de mois, elle est en conjonction supérieure le 6, puis elle se faufile dans le ciel de l'aube et grimpe en direction de Mercure. Le 30, elle se lève dans la Balance près de deux heures avant le Soleil.

Où est l'ISS ?

LA STATION spatiale internationale est visible à l'œil nu en fin de nuit à partir du 10. Jusqu'à deux passages par jour sont observables en France métropolitaine. Pour obtenir des horaires de passages précis pour n'importe quel point d'observation, consultez ce site : www.leguideduciel.net/on2013

GUILLAUME CANNAT

À l'aube, aux alentours du 28, cherchez la comète ISON aux jumelles.

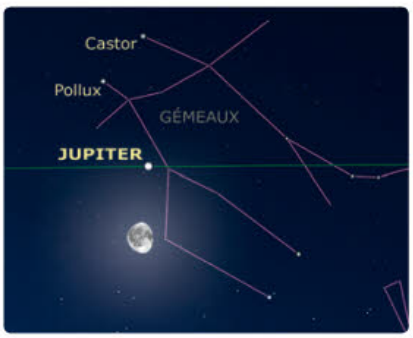
La comète ISON se rapproche du Soleil

EN NOVEMBRE, ASSISTEZ À UN SUSPENSE DIGNE D'HITCHCOCK !
La comète ISON résistera-t-elle à la fournaise solaire ou se désintégrera-t-elle ? Tous les observateurs guetteront son évolution dans le ciel de l'aube alors qu'elle traversera la constellation de la Vierge et foncera vers l'astre du jour pour une rencontre ultra-rapprochée le 28. Suivez l'évolution de cette comète potentiellement spectaculaire sur le site www.lacometeison.fr

PLANÈTE DOUBLE MARDI 26 NOVEMBRE

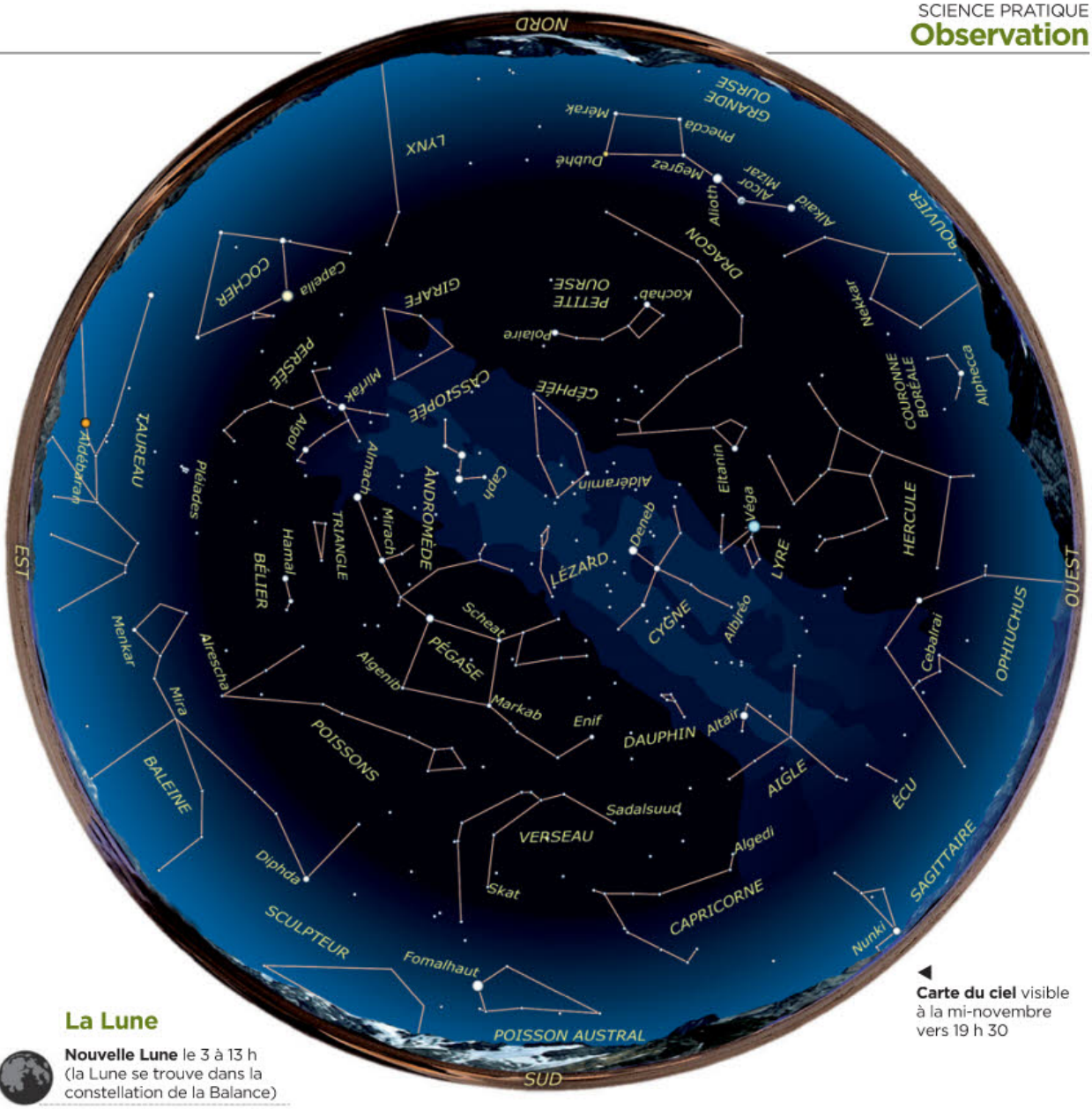
une grosse heure avant le lever du Soleil, **ne manquez pas le rapprochement apparent des planètes Mercure et Saturne juste au-dessus de l'horizon est-sud-est. Elles seront à moins d'un demi-degré d'écart et Mercure sera la plus brillante.**

LE 2, UNE HEURE AVANT LE LEVER DU SOLEIL Suivez le rapprochement d'un très mince croissant et de Spica de la Vierge. Dans la moitié nord de la France, Spica sera même occultée par la Lune.



DU 21 AU 22, DURANT LA NUIT L'éclat de la Lune gibbeuse décroissante rivalise avec celui de Jupiter. Les deux astres sont dans la constellation des Gémeaux et grimpent haut dans le ciel.

LE 27, UNE HEURE ET DEMIE AVANT LE LEVER DU SOLEIL Mars reçoit la visite du croissant lunaire à la frontière du Lion et de la Vierge. L'éclat orangé de la planète est perceptible à l'œil nu.



Carte du ciel visible à la mi-novembre vers 19 h 30

La Lune

Nouvelle Lune le 3 à 13 h (la Lune se trouve dans la constellation de la Balance)

Premier Quartier le 10 à 6 h (Verseau)

Pleine Lune le 17 à 16 h (Taureau)

Dernier quartier le 25 à 20 h (Sextant)

Le Soleil

(à Paris)	Lever	Coucher
1er novembre	7 h 37	17h30
30 novembre	8 h 21	16h56

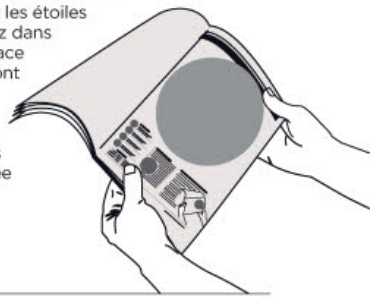
D'où voir le ciel

Notre carte tracée pour une latitude de 45° nord montre le ciel visible en France métropolitaine, et plus largement en Europe et dans le monde, à l'intérieur d'une bande s'étendant de 38 à 52° de latitude nord. L'étoile Polaire sera plus haute dans le ciel si vous êtes à plus de 45° nord, et plus basse dans le cas contraire.

Tous les instants de cette rubrique sont exprimés en heure légale d'hiver (temps universel + 1 h).

Comment utiliser cette carte

Faites tourner votre magazine sur lui-même, de façon à ce que le nom de la direction dans laquelle vous observez soit écrit à l'endroit. Les constellations et les étoiles que vous retrouverez dans le ciel qui vous fait face sont toutes celles dont le nom est lisible sans trop pencher la tête. La position des planètes visibles à l'œil nu est indiquée pour le 15 du mois.



PARTENARIAT SCIENCES AVENIR

Paris (75)/Exposition

Mille milliards de fourmis

EPDCSI – ARNO ROBIN

Sculpture, jeu sur le partage des ressources entre congénères... L'insecte est abordé sous tous les angles.

Plusieurs colonies de fourmis se sont installées au palais de la Découverte. Abritées derrières des parois de verre, elles se laissent observer jusqu'au cœur de leur nid. Certaines ont découvert à leur arrivée un chemin les menant vers un arbuste qui leur servira de nourriture. D'autres ont été équipées d'une puce RFID pour suivre leurs mouvements, qui sont scrupuleusement enregistrés et consultables depuis une borne multimédia. On voit des fourmis au travail, d'autres repos, et les reines, avec un voyeurisme assumé. Car le pari de l'exposition est de se familiariser avec ces insectes en découvrant leur habitat, leur organisation et leur diversité. À aucun moment on n'a peur ou l'on ne ressent du dégoût. La diversité des morphologies s'apprécie au travers de grandes photos et de grandes maquettes. Celles-ci sont parfois interactives, permettant notamment de comprendre des expériences scientifiques simples qui ont permis de mieux cerner les caractéristiques des fourmis. On découvre ainsi comment une fourmi mémorise le paysage qui l'entoure pour se retrouver. Ou quelles armes secrètes cache son abdomen. Chacune des trois parties du parcours est introduite par une vidéo explicative. On découvre ainsi les prouesses que sont capables de réaliser les fourmis dans leur milieu : construire un radeau, dresser un piège contre un autre animal en se cachant derrière une feuille, etc. Chaque petite installation contribue à ressentir l'incroyable diversité de ces bestioles qui seraient au nombre de plus d'un million de milliards d'individus. L'invitation à en rencontrer quelques-uns ne se refuse pas. ■ **Mathieu Nowak**

Palais de la Découverte, avenue Franklin-D.-Roosevelt, jusqu'au 24 août 2014. Rens. : 01.56.43.20.20.

EXPOSITIONS

Caen (14)

Société métallurgique de Normandie (1912-1993)
À son apogée, la SMN, implantée sur le port de Caen, produisait un million de tonnes d'acier et employait 6500 personnes. Le déclin s'est amorcé au début des années 1970. Une exposition en guise d'hommage pour commémorer les 20 ans de la fermeture.
Musée de Normandie, château de Caen, jusqu'au 20 avril 2014. Rens. : 02.31.30.47.60.

Neuchâtel (Suisse)

Donne la patte !
Sous-titrée « Entre chien et loup », cette exposition raconte l'histoire de la première domestication, ou comment l'homme a appris au loup à « donner la patte ».
Muséum d'Histoire naturelle, rue des Terreaux 14, jusqu'au 29 juin 2014. Rens. : +41.(0)32.717.79.60.

Paris (75)

La Galerie de botanique du Muséum
L'herbier national, la plus grande collection de plantes sèches au monde, rouvre ses portes. *(Lire aussi p. 76.)*
Muséum national d'histoire naturelle, 57, rue Cuvier. Rens. : 01.40.79.30.00.

Robots, des films aux jouets
Les robots et les jouets mythiques du cinéma : quarante objets (costumes, jouets et robots taille réelle), pour découvrir les origines des robots et ce qui les différencie des automates.
Musée des Arts et Métiers, 60, rue Réaumur, jusqu'au 5 janvier 2014. Rens. : 01.53.01.82.00.

Rennes (35) et Saint-Brieuc (22)

Terre-Neuve/terre-neuvas
Entre 1508 et le début du XX^e siècle, des navires quittaient la Bretagne et la Normandie pour pêcher la morue au large de Terre-Neuve. Les marins étaient surnommés les « terre-neuvas ». Cette exposition en deux volets leur rend hommage : à Rennes par une exploration de l'histoire sociale ; à Saint-Brieuc par des représentations des hommes en mer et des femmes restées à terre.
Musée de Bretagne, les Champs libres, 10, cours des Alliés. Rens. : 02.23.40.66.00. Musée d'Art et d'Histoire, cour Francis-Renaud, rue des Lycéens-Martyrs. Rens. : 02.96.62.55.20.

Strasbourg (67)

Mathémanip
Quatre cents mètres carrés pour découvrir les mathématiques en famille. Produite par le centre Mathematikum de Giessen, en Allemagne, cette exposition repose sur des manipulations simples : créer des formes géométriques avec du savon, faire rouler une roue carrée, estimer le nombre de bonbons collés à un mur...
Le vaisseau, 1 bis, rue Philippe-Dollinger, jusqu'au 31 août 2014. Rens. : 03.88.44.65.65.

Vaux-en-Velin (69)

Planétarium
Le planétarium est rouvert après des travaux ayant permis d'agrandir les lieux de 2000 m². Pour l'occasion, il accueille deux artistes contemporains, Adrien Mondot et Claire Bardainne pour une expérience sensorielle baptisée « X, Y, Z, T Paysages abstraits ».
Planétarium, place de la Nation. Rens. : 04.78.79.50.12.

Villeneuve-d'Ascq (59)

Anatomique
L'histoire de l'anatomie illustrée par des pièces issues des collections des lieux de recherche et d'enseignement régionaux : traités anatomiques de Claude Galien, premier témoignage d'une dissection humaine depuis l'Antiquité, etc.
Cité scientifique, espace culture, du 18 novembre au 18 décembre. Rens. : 03.20.43.69.09.

CONFÉRENCES

AUXERRE (89) PARTENARIAT SCIENCES AVENIR

Les entretiens d'Auxerre
Organisé par Michel Wieviorka *(lire aussi p. 67)*, ce colloque a pour thème cette année « La science en question(s) », avec des rencontres destinées à éclairer le rapport qu'entretiennent les scientifiques, le pouvoir et la société.
Théâtre d'Auxerre, 54, rue Joubert, les 7, 8 et 9 novembre. Rens. : 06.43.15.20.08.

BORDEAUX (33)

L'homme et ses diversités
Par Pascal Picq, paléoanthropologue, maître de conférences au Collège de France.
Athénée municipal, place Saint-Christoly, le 27 novembre à 20 h. Ren. : 06.07.60.76.78.

PARIS (75) PARTENARIAT SCIENCES AVENIR

Les sciences, une affaire de citoyens
Débat organisé par l'association Rencontres et débats autrement et *Sciences et Avenir*, avec Jacques Testart, biologiste, « père scientifique » du premier bébé-éprouvette français.
Mairie du 2e, salle des Fêtes, 8, rue de la Banque, le 26 novembre. Rens. : http://rencontres-et-debats-autrement.org/

PARTENARIAT SCIENCES AVENIR

Bousculer les frontières
Suite et fin de ce cycle de conférences consacré aux frontières en astrophysique, exploration spatiale, physique, calcul quantique, et étude du sommeil.
Palais de la Découverte et cité des Sciences. Programme complet sur : www.cite-sciences.fr/fr/conferences-du-college www.palais-decouverte.fr/index.php?id=314

PARIS (75)/Exposition

Genesis

Une quête de la beauté du monde des origines : Genesis, le projet du photographe Sebastiao Salgado, démarré il y a huit ans, aboutit aujourd'hui à une grande rétrospective. Animaux, hommes et paysages, regroupés par zones géographiques, sont magnifiés par le regard d'un homme qui, après avoir été le témoin des malheurs de l'humanité, éprouve le besoin de révéler ce qui a échappé à la destruction. Des icebergs de l'Antarctique aux savanes africaines, en passant par le sanctuaire des Galapagos et les grands canyons américains, les images en noir et blanc sculptent les contours de lieux et de civilisations fragiles, que l'on désirerait pérennes. Plus émouvant et grandiose à la fois lorsque les animaux s'intègrent au paysage dans de subtiles chorégraphies, Salgado nous offre un fabuleux hommage à la nature. Un livre, *Genesis*, aux éditions Taschen, accompagne l'exposition. ■ **A. De B.**

Maison européenne de la photographie, 5, rue de Fourcy, jusqu'au 5 janvier 2014. Rens. : 01.44.78.75.00.

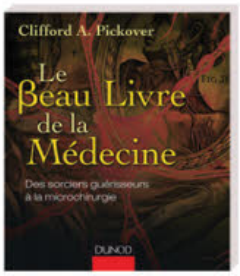
SEBASTIAO SALGADO

« Aux confins du Sud » Iceberg entre l'île Paulet et les îles Shetland du Sud dans la mer de Weddell (Antarctique).

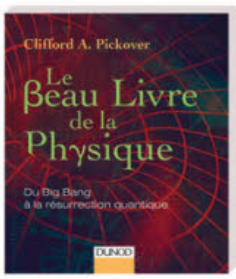
Les Beaux Livres du Savoir

En vous plongeant dans ces livres magnifiquement illustrés, voyagez à travers les siècles à la rencontre des hommes, des idées et des découvertes qui font avancer le monde.

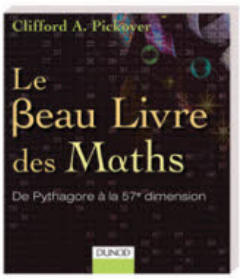
9782100599752 – 29 €



9782100589265 – 29 €



9782100572724 – 29 €



9782100546404 – 29 €

9782100702350 – 25.90 €

9782100600175 – 29 €

TOUT LE CATALOGUE SUR WWW.DUNOD.COM

DUNOD
ÉDITEUR DE SAVOIRS

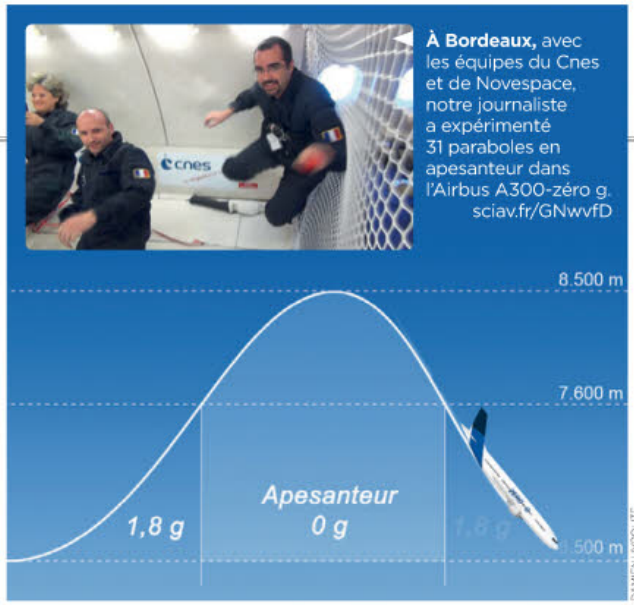
L'INFO SCIENTIFIQUE EN CONTINU
sciencesetavenir.fr
DISPONIBLE SUR IPHONE/ IPAD, ANDROID ET TOUS LES SMARTPHONES

TENDANCE 2.0

E-cigarette. La vaporette, uniquement vendue en pharmacie ? Par leur vote du 8 octobre, les députés européens ont répondu par la négative. Pour le Parlement, l'e-cigarette n'est pas un médicament et elle continuera à être commercialisée dans les boutiques spécialisées et chez les buralistes

NICOLAS SRIDI POUR S&A

(sciav.fr/19tVSxm). C'est peu dire que la décision européenne était attendue, tant la cigarette électronique connaît un succès massif, un peu partout dans le monde. S'il y en a un que cela n'étonne pas, c'est Hon Lik, son inventeur *(photo)* ! *« J'étais persuadé que la cigarette électronique serait bien accueillie »*, répondait ainsi le pharmacien au correspondant de *S. et A.* en Chine. Son interview, exclusive, est à retrouver en ligne, sur notre site. **O. L.**
sciav.fr/16PkzQH.



DAMIEN HYPOLITE

À Bordeaux, avec les équipes du Cnes et de Novespace, notre journaliste a expérimenté 31 paraboles en apesanteur dans l'Airbus A300-zéro g.
sciav.fr/GNwvfD

Le vol zéro g

INFOGRAPHIE. Le vol en apesanteur est effectué à bord d'un Airbus aménagé pour accueillir à son bord des expériences scientifiques et des apprentis astronautes. Le temps d'une trajectoire « en cloche » qui monopolise l'attention de deux pilotes chevronnés et commence à 6500 mètres d'altitude, tous les occupants de l'avion flottent comme s'ils étaient dans l'espace. Un étrange état de lévitation qui se prolonge durant 22 secondes. Le détail de l'expérience est à voir dans notre infographie vidéo. sciav.fr/15YOBXf

LES ARTICLES LES PLUS LUS

DU PLASTIQUE DANS L'ATMOSPHÈRE DE TITAN

Espace. La sonde Cassini a trouvé un peu de propylène dans la partie basse de l'atmosphère d'une lune de Saturne.
sciav.fr/GCfK6Y

HYPERCONNECTÉ, LE CERVEAU D'EINSTEIN !

Biologie. Le père de la relativité était doté d'un encéphale aux hémisphères droit et gauche particulièrement bien connectés l'un à l'autre. Une piste pour expliquer son génie ?
sciav.fr/17e1Deu

LE SEXE, UN REMÈDE À LA MIGRAINE ?

Santé. Contrairement aux idées reçues, l'activité sexuelle peut aider à soulager les maux de tête d'après une étude réalisée par les chercheurs de l'université de Münster.
sciav.fr/1elrJRP

RETROUVEZ-NOUS SUR LES RÉSEAUS SOCIAUX

DAMIEN HYPOLITE

SÉRIE. UNE INFO POUR L'APÉRO
La vidéo du week-end de *S. et A.* Découvrez ce qu'il y a vraiment dans les nuggets ou l'histoire de l'homme-brasserie, qui s'enivre sans boire de l'alcool. sciav.fr/1auCPlr

OLIVIER LASCAR

DESSIN SUR LE BLOG sciav.fr/116Hluq

BOSTON DYNAMICS

VIDÉO. LE ROBOT QUI GALOPE
WildCat dépasse les 25 km/h à la course. C'est l'impressionnant robot dévoilé par la Darpa, l'agence de recherche sur les projets militaires avancés aux États-Unis.
sciav.fr/1gmaFx8

HORS-SÉRIE

HORS-SÉRIE

SCIENCES ET AVENIR

AVEC Marc Peschanski (Inserm), Michel Spiro (Cern), Pierre-Henri Gouyon (Muséum), Pascal Depaepe (Inrap), Viktor Mayer-Schönberger (Oxford)...

EDITION 2014

CE QU'IL FAUT SAVOIR

L'ESSENTIEL DE LA SCIENCE

Physique • Astronomie • Mathématiques • Robotique
Archéologie • Médecine • High-tech...

© NASA-ESA-HUBBLE SPACE TELESCOPE-SPL/COSMOS-EISS-PHARE-CAPTAIN ICE/3 SEL-REUTERS

en vente en kiosque

Si vous aimez la Golf, vous allez aimer en avoir davantage… Découvrez la Nouvelle Golf SW et retrouvez toute la technologie de la Golf : du régulateur de vitesse adaptatif ACC(1) au détecteur de fatigue, en passant par le Dynamic Light Assist(1) et un grand écran tactile jusqu'à 20,3 cm(1). Mais laissez-vous aussi séduire par le design de la Nouvelle Golf SW. Le design sportif et dynamique de la Golf, avec en plus un coffre de 605 L à 1 620 L(2).

Nouvelle Golf SW. Parce qu'on n'a jamais trop de Golf.

Das Auto.

Volkswagen recommande **Castrol EDGE Professional**

Volkswagen Group France - s.a. - R.C.S. Soissons B 602 025 538

(1) En option selon modèle et finition. (2) 1 620 L sièges arrière rabattus. **Modèle présenté :** Nouvelle Golf SW Carat 1.6 TDI 105 BVM5 avec options jantes 18" 'Durban', pack 'Drive Assist II', phares bi-xénon directionnels, toit ouvrant électrique panoramique et peinture métallisée. **Das Auto. : La Voiture.**
Cycle mixte (l/100 km) : 3,9. Rejets de CO_2 (g/km) : 102.

Professionnels, découvrez la version Business de ce véhicule sur www.volkswagen.fr/entreprises